www.radio.ru

4•2020

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

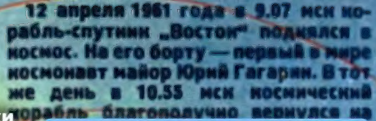


- Автомат смазки мотоцепи
- Пробник для транзисторов
- Измеряем высокоомные резисторы
- "Дельта" с переключаемой поляризацией

...и ещё 11 конструкций

4
2020

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 20004



Результаты автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента "РадиоСкаф"

О. АРТЕМЬЕВ, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл.,
С. САМБУРОВ, г. Королёв Московской обл.,
Е. ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук,
С. ФРОЛОВ, канд. техн. наук,
А. ЩИТОВ, г. Курск

(см. статью на с. 18)



Рис. 10

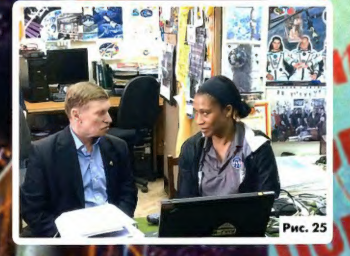


Рис. 25



Рис. 24

Remembering Owen Garriott W5LFL
Training for STS-9 Ham Operations
RS0ISS NA1SS 7/12

Рис. 12

Рис. 23

НОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ С УНИКАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ!



АКТАКОМ YouTube

@aktakom



Прецизионный TrueRMS мультиметр АММ-1149

- Высокая точность 0,05%
- Суперчёткий ЖК-индикатор 50000 отсчётов
- Одновременное отображение трёх измеренных параметров
- Измерение постоянной и переменной составляющих (AC+DC)
- Высокое разрешение (0,01 мВ; 0,01 мкА; 0,01 Ом; 0,001 Гц; 0,001 нФ)
- Удержание пиковых значений (PEAK) и режим относительных измерений (REL)
- Режим измерения токовой петли 4-20 мА с отображением в % (LOOP)
- Регистратор измеренных значений (9999 ячеек)
- Защита от пыли и влаги IP67



Промышленный TrueRMS мультиметр АММ-1015

- ЖКИ 19999 отсчетов
- Частотный диапазон 40 Гц...1 кГц
- Базовая погрешность 0,1%
- Измерение пост. и перем. тока до 20 А
- Измерение емкости до 2000 мкФ



TrueRMS мультиметр со встроенным измерителем RLC АММ-3033

- ЖКИ 6000 отсчётов с подсветкой
- Базовая погрешность 0,5%
- Тестовая частота до 10 кГц
- Регистратор данных на SD карту
- Измерение индуктивности до 100 Гн
- Измерение емкости до 600 мкФ



Мультиметр с функцией мегаомметра АМ-1018В

- Базовая погрешность 0,2%
- Измерение сопротивления изоляции до 2 ГОм
- Тестовое напряжение 50 В/ 100 В/ 250 В/ 500 В/ 1000 В
- Измерение частоты синусоидального сигнала, прямоугольных импульсов и коэффициента заполнения
- Режим измерения емкости 1000 мкФ



Профессиональный мультиметр АМ-1060

- Большой ЖКИ дисплей 3999 отсчетов
- Быстрод. графическая шкала: 40 сегм.
- Базовая погрешность 0,5%
- Удержание мин./макс. значений
- Измерение пиковых уровней
- Относительные измерения



Многофункциональный TrueRMS мультиметр АММ-1037

- Большой ЖКИ дисплей с подсветкой: 4 1/2 разряда, 19999 отсчетов
- Частотный диапазон AC от 40 Гц до 1 кГц
- Измерение проводимости
- Тестирование транзисторов



Мультиметр со встроенным фонариком АММ-1048

- ЖКИ 3 3/4 разрядов (4000 отсчётов)
- Широкий набор измерительных функций
- Бесконтактный индикатор напряжения
- Категория защиты: CAT III 1000V
- Эргономичный корпус



Бюджетный цифровой мультиметр АММ-1042

- Измерение токов с высоким разрешением 0,1 мкА
- Автоматический и ручной выбор диапазонов
- Компактные размеры



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Российские космонавты Антон Николаевич Шкаплеров (слева) и Олег Германович Артемьев на борту МКС (см. статью на с. 18).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:
ГИБРИДНЫЙ УМЗЧ
УКВ-USB-ПРИЁМНИК ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА
ИЗМЕРЯЕМ МАГНИТНУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ
РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО МОДУЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 05.03.2020 г.

Издаётся с 1924 года
РАДИО®
4•2020
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754
Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН
Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 25.03.2020 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.
За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.
За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.
Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.
В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.
Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.
По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.
В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01498-20

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ РАДИОКОНТРРАЗВЕДКИ

Борьба службы радиоконтрразведки с подрывной деятельностью нацистской Германии в годы Великой Отечественной войны

Победа советского народа в Великой Отечественной войне была обеспечена не только ценой многочисленных жертв и героических подвигов воинов на полях сражений, упорного труда и лишений тружеников тыла, но и результатами невиданного по своим масштабам противоборства между спецслужбами Советского Союза и Германии.

Настоящая битва в радиоэфире разразилась задолго до июня 1941 г.

Предвоенные годы

В 1921 г. в системе Наркомата почт и телеграфа была организована Служба радиоконтроля, которая находилась в оперативном подчинении спецотдела ВЧК. Перед ней была поставлена задача по своевременному вскрытию враждебных замыслов против Советской Республики путём радиоперехвата сообщений в радиосетях иностранных государств и зарубежных белогвардейских организаций. Служба радиоконтроля состояла из нескольких контрольных станций, находящихся в крупных городах страны. Как правило, контрольно-слежечные радиостанции в то время представляли собой один или два поста радиоконтроля, а также пеленгаторный пункт, удалённый от них на несколько сотен метров.

На Спецотдел и соответствующие губотделы ВЧК-ОГПУ на местах возлагались следующие задачи: подбор и проверка личного состава радиоконтрольных пунктов, контроль результатов работы, учёт и регистрация частных радиостанций, выявление и пресечение агентурно-оперативным путём использования в преступных целях нелегальных радиопередатчиков.

В середине 30-х годов была организована лаборатория средств специальной радиотехники, которая располагалась в пос. Кучино под Москвой и предназначалась для разработки и технических испытаний новых образцов специальной аппаратуры и радиооборудования, применяемых в Службе радиоконтроля.

На вооружении контрольных станций и пеленгаторных пунктов в тот период находились армейские приёмники прямого усиления со сменными контурами "КУБ-4", "КТВ", "РП-6", а также радиопеленгаторы типа "Эдкок".

Процесс радиоконтроля, осуществляемый на контрольных станциях, заключался в непрерывном прослеживании радиооператорами всего коротковолнового диапазона и фиксации (приёма и записи в аппаратный журнал времени, длины волны в метрах, позывных, кодов связи, передавае-

мых текстов или телеграмм) любых вновь появившихся в эфире радиостанций. Все фиксируемые радиостанции пеленговались приданным пеленгаторным пунктом по командам, передававшимся по телефонной связи.

Начиная с 30-х годов прошлого века, наряду с традиционными для иностранных разведок способами и методами безличной связи агентов со своими центрами (письма, телеграммы, тайники, связники и т. п.), стала широко внедряться агентурная радиосвязь. Этому способствовало создание переносных КВ-радиостанций, с помощью которых агенты могли устанавливать двухсторонние радиосвязи. В тот период контрольными станциями стали фиксироваться учебно-тренировочные агентурные радиосвязи радиоцентров в Берлине, Мюнхене, Франкфурте-на-Майне. Подготовка агентов-радистов проводилась также в Англии, Италии, Франции и Японии.

Материалы контроля концентрировались в Спецотделе ОГПУ и содержали сведения о работе нелегальных передатчиков, журналы с текстами радиоперехватов и агентурные сведения, добываемые местными органами от завербованных осведомителей.

Становилось очевидным, что существующая структура, при которой основные технические средства радиоконтроля и личный состав службы находились в системе Наркомата связи, не отвечала возросшим требованиям борьбы с подрывной деятельностью противника. Кроме того, значительный объём информации, добываемой службой, имел явно контрразведывательную направленность. Учитывая эти обстоятельства, а также то, что в условиях надвигающейся угрозы войны радиосвязь являлась практически единственно надёжным и оперативным способом связи агентуры со своими центрами, для их выявления был необходим целый комплекс оперативных мероприятий, включая радиоконтрразведывательные (далее — РКР). НКВД вышел в Совет Народных Комиссаров (СНК) СССР с предложением передать Службу радиоконтроля из Наркомата связи в Наркомат внутренних дел.

28 августа 1937 г. вышло Постановление СНК за № 1472-335сс "О радиоконтроле", согласно которому в ведение НКВД были переданы 22 контрольные радиостанции, 25 пеленгаторных пунктов и обслуживающая их лаборатория "Кучино" со всеми кадрами и имуществом. Одновременно было предложено осуществить дополнительное строительство пяти контрольных радиостанций и 32 пеленгаторных пункта, перевооружить радиостанции современной, технически совершенной аппаратурой, укомплектовать станции радиоконтроля квалифицированными кадрами.

С этой даты принято вести отсчёт истории РКР службы в системе органов безопасности.

Кроме того, в указанный период сложилась разрешительная система учёта радиопередающих средств как составная часть комплекса мер по защите от использования радиоканала в ущерб безопасности государства.

В феврале 1938 г. СНК СССР принял постановление "Об улучшении радиоразведки и радиоконтрразведки", согласно которому на НКВД СССР была возложена задача немедленного проведения работ по реконструкции существовавших и строительству новых контрольных станций и пеленгаторных пунктов. Приказом НКВД СССР от 14 марта 1938 г. № 00136 был утверждён штат радиоконтрразведывательной службы — 1200 сотрудников.

Первое подразделение РКР советских органов безопасности входило в состав Отдела оперативной техники НКВД СССР, который в 1938 г. был переименован во 2-й Спецотдел НКВД СССР.

С 1938 г. и до конца Великой Отечественной войны отдел возглавлял генерал-лейтенант Е. П. Лапшин.



Евгений Петрович Лапшин (1905—1956 гг.) — советский военный деятель, один из руководителей органов безопасности, генерал-лейтенант (с 1945 г.). С 1938 г. по 1943 г. сначала врид (временно исполняющий должность), а затем начальник 2-го Спецотдела НКВД СССР. С 12 мая 1943 г. по 24 октября 1946 г. — начальник Отдела "Б" НКГБ СССР.

Он был награждён орденами Ленина, Отечественной войны I степени, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, шестью медалями, знаками "Почётный работник ВЧК-ГПУ (XV)" и "Заслуженный работник НКВД".

На долю первых руководителей службы выпала труднейшая задача по формированию новой структуры, способной объединить разбросанные по всей стране контрольные радиостанции и пеленгаторные пункты в единую систему РКР. В условиях нехватки средств и скромных возможностей радиопромышленности требовалось осуществить замену устаревшей аппаратуры на более совершенную, а самое главное нужно было срочно подготовить кадры — специалистов высочайшего класса.

В течение 1939—1940 гг. сотрудникам РКР удалось:

— полностью реконструировать техническую базу;

— построить новые контрольные станции и пеленгаторные пункты, оснащённые новой радиоаппаратурой. На строительство и оборудование было израсходовано около 52-х миллионов рублей;

— подобрать и обучить кадры работников радиостанций (всего по Союзу около двух тысяч человек);

— ввести систему взаимодействия РКР групп;

— разработать важнейшие иностранные секретные разведывательные и дипломатические радиосети.

В предвоенные годы в результате проведения розыскных мероприятий радиоконтрразведчиками были обнаружены и изъяты агентурные радиостанции в Западной Украине и в Прибалтике.

В 1940 г. радиоконтрразведка запеленговала в Москве нелегальную радиостанцию, с помощью которой германское посольство поддерживало связь с Берлином. Из расшифрованных передач были получены ценные сведения о работе посольства и указаниях, поступающих из Берлина. В июне того же года в Каунасе, Риге и Таллинне выявлены радиостанции, нелегально установленные в помещениях представительств германского посольства.

В результате деятельности радиоразведки и радиоконтрразведки в 1939—1940 гг. на территории СССР выявлены 36 радиостанций иностранных разведок и десять иностранных разведывательных сетей.

Следует отметить, что в предвоенный период РКР служба была задействована на выполнение различных заданий по радиообеспечению многих специальных мероприятий, например:

— работы первой дрейфующей научной станции "СП-1" на Северном полюсе и операции по спасению "челюскинцев";

— полётов через Северный полюс в Америку экипажей В. Чкалова и М. Громова, а также дальних беспосадочных перелётов В. Коккинаки, В. Гризодубовой, П. Осипенко, С. Леваневского и других советских лётчиков.

В период с 1939-го по сентябрь 1941 г. Хабаровский радиоцентр выпол-



нял особое правительственное задание по обеспечению радиосвязи с группой "Рамзай" Рихарда Зорге.

Большая заслуга в том, что практически за три года удалось решить большинство из поставленных задач, принадлежит руководителям и сотрудникам РКР того времени, но война не позволила реализовать все намеченные планы.

Начало войны

Многие проблемы в первые месяцы войны пришлось решать непосредственному руководителю радиоконтрразведки в военное время полковнику В. М. Блиндерману.

Владимир Михайлович Блиндерман (1905—1958 гг.) руководил радиоконтрразведкой в 1941—1951 гг.

1936—1937 гг. — начальник радиофакультета Инженерно-технической академии им. Подбельского, г. Москва.

1937—1939 гг. — служба на различных должностях в НКВД СССР.

1939—1941 гг. — заместитель начальника 2-го Спецотдела НКВД СССР.

1941—1943 гг. — начальник 5-го отделения (радиоконтрразведка) и заместитель начальника 2-го Спецотдела НКВД СССР.

1943—1946 гг. — начальник 3-го отделения (радиоконтрразведка) и заместитель начальника отдела "Б" НКГБ СССР.

06.06.1946—03.10.1946 г. — заместитель начальника отдела "Р" МГБ СССР (отдел "Р" образован 4 мая 1946 г.).

1946—1951 гг. — начальник отдела "Р" МГБ СССР.

Он был награждён орденами Красного Знамени (31.07.1944 г.), Отечественной войны II степени (24.02.1945 г.), Трудового Красного Знамени (20.09.1943 г.), двумя орденами Красной Звезды (16.08.1940 г. и 20.07.1949 г.), девятью медалями, знаком "Заслуженный работник НКВД" (19.12.1942 г.). Лауреат Сталинской премии, присуждённой "за разработку новой радиоаппаратуры".

Как вспоминал В. М. Блиндерман: "В ходе первого этапа войны в результате стремительного наступления немецко-фашистских войск единая система РКР столкнулась с серьёзными проблемами:

1. Практически выбыли Западная РКР группа с центром в Минске и Юго-Западная с центром в Киеве. Кроме этого, была потеряна часть Северо-Западной группы (центр Ленинград). В связи с эвакуацией также была нарушена работа Центральной группы (Москва) и Юго-Восточной группы (Ростов-на-Дону).

Оставшиеся в неприкосновенности четыре РКР группы с центром в Ташкенте, Новосибирске, Чите и Хабаровске в силу своего географического положения практически не могли помочь в операциях против германской агентуры в европейской части Союза.

2. Мы оказались неподготовленными в смысле возможности быстрой передислокации наших средств, поскольку отсутствовали заранее подготовленные базы для перемещения контрольных станций, наша техника была рассчитана на стационарные условия работы, и мы не умели ещё на первых порах быстро развёртывать нашу сложную технику на новом месте.

3. Некоторые руководящие работники нашей службы забыли, что мы являемся единственной организацией, в первую очередь, призванной вести борьбу с радиошпионами в СССР. Они забыли, что весь предыдущий период существования нашей службы был, по существу, периодом подготовки к тем грозным событиям, которые разразились 22 июня 1941 г.



Владимир Михайлович Блиндерман.

4. В мирное время существует немало каналов связи, которыми могут пользоваться иностранные государства. В условиях войны радиосвязь является единственным оперативным способом связи, и задачи РКР службы в период войны становятся более ответственными и важными".

Первые месяцы войны показали, что возможности радиоконтрразведки могут быть использованы не только для выявления вражеской агентуры, но и для противодействия авиации противника.

Записка Л. П. Берии И. В. Сталину об организации радионаблюдения за немецкими самолётами

(На бланке НКВД.

На первой странице документа рукописные резолюции: т-щу Берия. Согласен. Просьба немедля перейти от слов к делу. И. Сталин. Исполнено 13/VII Л. Берия).

№ 2436/Б 11 августа 1941 г.

СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО

Государственный комитет обороны Союза СССР

товарищу Сталину

*НКВД СССР было организовано радионаблюдение перед вылетом и во время полётов немецких самолётов на Москву. Наблюдением было установлено, что курс вождения немецких бомбардировщиков производится при помощи пеленгации самолётов радиостанциями (**Прим. ред.** Понятие пеленгации трактуется некорректно), расположенными на занятой немцами территории СССР, а также находящимися на территории Польши, Румынии, Финляндии и Германии.*

Эти станции регулярно начинают работу в вечернее время за два часа до вылета бомбардировщиков на Москву и продолжают до утра.

Как правило, вражеские радиостанции через определённый промежуток времени дают в течение нескольких минут свой позывной, состоящий из четырёх-пяти букв (например, "Карл", "Отто", "Ганс" и т. д.).

Немецкие бомбардировщики на протяжении всего полёта до Москвы, принимая эти позывные, ориентируются по ним и выправляют курс движения самолёта.

Допросом бортрадистов, захваченных в плен с немецких самолётов, сбитых под Москвой, это положение полностью подтверждается.

Кроме того, немецким бомбардировщикам помогают радиовещательные станции Германии, Финляндии, Румынии и занятой ныне немцами территории Латвии и Польши, которые, транслируя музыкальную программу, через короткие промежутки времени передают опознавательные сигналы для фашистских лётчиков.

Для создания помех радиомаякам, а также и находящимся в воздухе фашистским самолётам НКВД СССР считает целесообразным провести следующие мероприятия:

1. Путём ретрансляции (т. е. приёма нашей радиостанцией позывных немецкой станции и последующей передачи этих позывных в эфир) давать ложный курс германским самолётам.

В этих целях необходимо разрешить НКВД СССР использовать некоторые радиостанции Наркомата Связи.

2. В том случае, когда по техническим причинам невозможно провести ретрансляцию, вести забивку маячных станций противника радиостанциями Наркомсвязи.

Для выполнения указанных мероприятий необходимо Наркомсвязи срочно произвести установку генераторов типа "Пчела" на линии Вологда—Ярославль—Рязань—Воронеж—Ворошиловград—Ростов. Необходимое количество генераторов в Наркомсвязи имеется.

3. В целях проведения оперативных мероприятий по забивке работающих немецких радиостанций, являющихся ориентирами при налётах бомбардировщиков, НКВД СССР установить непрерывное наблюдение и пеленгацию этих радиостанций. Получаемые данные в результате наблюдения сопоставлять с показаниями пленных немецких бортрадистов о местонахождении радиомаячных станций, их позывных, волнах и времени работы.

4. Создать специальную группу из пяти человек инженерно-технического состава НКВД СССР и Наркомсвязи для проведения изложенных мероприятий.

Прошу Ваших указаний.

Народный комиссар внутренних дел Союза ССР Л. Берия.

Военное время

Радиоконтрразведке удалось добиться значительных успехов в организации радиоперехвата линий связи военного командования и разведывательных органов противника.

О масштабах этой работы красноречиво говорит этот документ:

ПРИКАЗ НКВД СССР № 00566 "О МЕРАХ ПО УСИЛЕНИЮ РАДИОКОНТРРАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ"

20 марта 1942 г.

В конце января 1942 г. контрольно-слежечными радиостанциями 2-го Спецотдела НКВД СССР была зафиксирована новая учебно-тренировочная линия радиосвязи между двумя подцентрами германской разведки.

Дальнейшее наблюдение показало, что в первой половине февраля после краткого перерыва одна из точек изменила характер работы, и по данным пеленгаторной сети местонахождение её определялось на нашей территории.

Одновременно дешифровальная группа 2-го Спецотдела НКВД СССР раскрыла шифр, применявшийся при обмене, и обеспечила расшифровку перехватываемых телеграмм. Это в сочетании с работой оперативно-розыскной группы 2-го Спецотдела НКВД СССР, выехавшей в район действия радиостанции, позволило с помощью одного из оперативных управлений и частей НКВД СССР арестовать большую группу агентов германской разведки. За удачно проведённую операцию по разработке и ликвидации шпионской радиостанции приказываю: объявить благодарность следующим сотрудникам 2-го Спецотдела НКВД СССР (далее следуют фамилии поощрённых).

Учитывая необходимость усиления радиоконтрразведывательной работы, наркомом внутренних дел союзных и автономных республик и начальникам Управлений краёв и областей, где дислоцированы контрольно-слежечные радиостанции и пеленгаторные пункты, обеспечить тесную оперативную связь между вторыми и пятыми спецотделами для использования расшифрованных материалов радиоперехвата в интересах контрразведывательной работы. В этих же целях обеспечить тесную связь вторых спецотделов с оперативными отделами и следственными частями, в первую очередь по линии 2-го Управления и Управления особых отделов. Кроме того, необходимо уделить серьёзное внимание радиоконтрразведывательным станциям и пеленгаторным пунктам и оказать необходимую помощь в их работе...

Заместитель народного комиссара внутренних дел СССР

Комиссар госбезопасности 3-го ранга Меркулов.

В июле 1942 г. радиоконтрразведкой была получена имеющая стратегическое значение разведывательная информация о создании германским командованием на юге страны двух крупных армейских группировок и направлениях их главного удара. В августе 1942 г. была получена ценная информация о составе и планах немецкой группировки под Сталинградом.

Результативной работе сотрудников РКР способствовало накопление информации о тренировочных сеансах радиосвязи курсантов немецких разведшкол, а также присущая противнику систематичность и шаблонность в работе. Так, одна из дешифрованных нашими специалистами радиосетей периодически транслировала вышестоящему руководству все донесения заброшенной в наш тыл агентуры с указанием номеров агентов.

Наблюдая за тренировочными сеансами связи вражеских радистов, сотрудники РКР фиксировали их "почерк", особенности работы, облегчавшие в последующем проведение их розыска. После переброски радистов на советскую сторону радиоконтрразведчики с помощью пеленгации устанавливали районы их местонахождения и принимали активное участие в их задержании.

К началу августа 1942 г. органам госбезопасности стали известны 36 школ Абвера на временно оккупированной советской территории, в которых обучалось одновременно до 1500 агентов-разведчиков и диверсантов. Основную часть своей агентуры противник забрасывал через линию фронта на самолётах группами по 2—3, реже по 10—20 человек.

Осенью 1943 г. РКР служба перехватила и дешифровала несколько радиограмм немецкой агентурной радиостанции, в которых сообщалось о скоплении военных грузов и личного состава на конкретных железнодорожных узловых станциях. После каждого сообщения следовал налёт немецкой авиации, что приводило к значительным потерям. Требовалось принять срочные меры по нейтрализации диверсантов. По результатам пеленгования было установлено, что радиостанция перед каждым сеансом связи меняет своё местоположение.

В этой ситуации пригодились результаты изучения работы немецких разведцентров. Почерк работы радиста был известен сотрудникам РКР. Кроме этого, позывной радиостанции был таким же, как и в учебном центре. Таким образом, выяснили место и период его обучения, а также время начала боевой работы. Используя эту информацию, чекисты опросили всех задержанных агентов, проходивших обучение в это время, и собрали установочные данные на радиста. Некоторые из внушавших доверие агентов-опознавателей в составе оперативных групп были направлены в район розыска. Через несколько дней немецкий шпион был задержан.

Агентурные комбинации с использованием перевербованных агентов-радистов противника (радиоигры) проводились советской контрразведкой на протяжении всего периода Великой Отечественной войны. С их помощью германским спецслужбам был нанесён значительный урон.

РКР служба с успехом использовалась для дезинформации военного командования противника, а также для отвлечения сил и средств немецких спецслужб для обеспечения снабжения и "пополнения" личным составом уже нейтрализованных диверсионно-разведывательных групп.

В 1943 г. органы советской контрразведки, исходя из накопленного опыта и учитывая военную обстановку, сложившуюся в то время, провели реорганизацию. Розыск вражеских агентов и проведение радиоигр были возложены на один из отделов вновь созданного органа военной контрразведки "Смерш", переданного в непосредственное подчинение Народного Комиссариата Обороны. В целях наилучшей организации дела в "Смерш" была передана группа сотрудников, занимавшихся ранее розыском агентов, радиоиграми и зафронтовой разведкой. Согласно утверждённому положению, все сдавшиеся добровольно или арестованные органами безопасности агенты вражеской разведки, окончившие разведывательные и диверсионные школы, а также изъятые у них радиостанции должны были передаваться в "Смерш", который и решал вопросы целесообразности их дальнейшего использования.

Об истории радиоигр написано немало интересных книг. В 2018 г. вышла в свет работа В. Макарова и А. Тюрина "Смерш: Война в эфире 1942—1945", в которой приводится много примеров успешного проведения специальных контрразведывательных операций. Все, кто интересуется историей радиоконтрразведки, ещё могут найти эту книгу на полках книжных магазинов.

При проведении следственных действий сотрудники РКР участвовали в решении вопроса о включении агентурной радиостанции в игру. В ходе игры они осуществляли контроль за работой радиста в эфире, а при необходимости правдоподобно имитировали неисправности в работе аппаратуры, выигрывая при этом время и заставляя противника осуществлять рискованную доставку электрических батарей или запасных частей. Анализ поступающих агентам заданий позволял выявлять наиболее интересующие противника объекты, что позволяло разгадывать некоторые тактические и стратегические планы немецкого командования.

Существенную помощь в розыске немецких агентов РКР служба оказывала своим участием в составлении ориентировок с описанием и изображением внешних признаков деталей радиостанций, наличие которых позволяло выявлять шпионов.

В задачу РКР входило также обеспечение радиосвязи с партизанскими отрядами, действовавшими на оккупированной территории. Многие сотрудники РКР были непосредственно направлены с этой целью в тыл врага.

К июлю 1943 г. в составе РКР службы НКГБ СССР имелось 26 специальных радиостанций и 42 радиопеленгаторных пункта, которые осуществляли круглосуточный радиоконтроль.

О результативности работы радиоконтрразведки в этот период красноречиво говорит сохранившаяся справка об агентурных радиосвязях противника, подготовленная начальником 8-го отделения отдела "Б" НКГБ СССР в тот период капитаном Госбезопасности С. В. Канищевым.



Ветеран РКР, участник ВОВ И. А. Стариков.



Сергей Варфоломеевич Канищев.

Из этого документа следует, что всего с начала войны по 1 октября 1943 г. разведкой противника переброшено на территорию СССР 458 агентов-радистов, из которых добровольно явились в органы НКВД-НКГБ-"Смерш" или задержаны ими до начала работы в эфире 339 агентов. После выброски устанавливали или пытались установить связь 23 агента. Из них выявлены и найдены силами РКР службы или оперативными управлениями НКВД-НКГБ-"Смерш" по ориентировкам и с участием радиоконтрразведчиков восемь агентов, разыскивались РКР службой, но были задержаны в результате параллельных мероприятий оперативными управлениями НКВД-НКГБ шесть агентов, находились в процессе разработки четыре агента, выявлены РКР службой, но смогли уйти обратно через линию фронта пять агентов.

Было установлено местонахождение 18 радиоцентров, осуществлявших вызовы агентов. Кроме агентурных каналов связи, также проводился радиоконтроль 631-й линии связи иностранных разведывательных радиосетей Германии (517 линий), а также Финляндии (43), Венгрии (3), Японии (35) и Польши (33). По этим линиям связи давались задания на переброску агентов в наш тыл, передавались донесения агентуры в вышестоящие инстанции и осуществлялось управление органами разведки.

На завершающем этапе войны с декабря 1944 г. по январь 1945 г., согласно утверждённому Генштабом Красной Армии плану дезинформации противника, германскому командованию передавались сведения о том, что на территории Польши и Восточной Пруссии зимнего наступления советских войск в 1945 г. не планируется. Эта информация транслировалась по 24 агентурным радиостанциям из различных районов СССР. Как показал дальнейший ход событий, за несколько дней до нашего наступления немцы перебросили основные танковые дивизии из этих районов в Венгрию.

Итоги

Всего за годы Великой Отечественной войны РКР службой проведена разработка 42-х иностранных разведывательных агентурных радиосетей, из них 36 сетей Германии и её союзников. Обо всех вызовах на связь со стороны германских радиоцентров и о предполагаемом районе действия агентурных радиостанций немедленно (чаще всего при переброске, а иногда накануне переброски) сообщалось органам "Смерш".

РКР службой было сообщено о работе 1078 агентов-радистов, переброшенных в тыл Красной Армии. Из них нейтрализована 631 радиостанция, а использующие их радисты были арестованы оперативными подразделениями. Возвратилось к немцам и финнам 28 радиостанций. Отсутствуют данные о 419 радиостанциях, в эфире они не появлялись, и центры германской разведки безрезультатно вызывали их на связь.

Техническими средствами радиоконтрразведки произведены розыск и ликвидация 90 агентурных радиостанций, действовавших в тылу Красной Армии.

РКР службой производился постоянный контроль работы 216 агентурных радиостанций, которые использовались для дезинформации.

За время войны было перехвачено 63050 шифрованных радиограмм от радиостанций немецкой разведки, из них расшифровано 13043 сообщения. Вскрыто 167 шифров, из них агентурных 21. По материалам дешифровки разведывательных радиосетей арестованы девять германских агентов, оставленных для подпольной работы на Северном Кавказе. Выявлены три заброшенных немцами в прифронтовую зону агента и одна диверсионная группа, пытавшаяся взорвать мост.

Осуществлялось руководство забивкой антисоветского вещания германских радиостанций и контроль качества забивки.

Проконтролировано около 3400 советских радиостанций, принадлежавших 294 организациям. В ходе контроля выявлено большое число случаев разглашения по радио сведений, составляющих государственную тайну или нарушения регламента радиосвязи. В 275 случаях выводы по материалам контроля сообщались руководителям Наркоматов и ведомств для принятия мер.

Уже после войны, когда появилась возможность для анализа германских архивных данных и показаний попавших в плен руководителей Абвера, историки пришли к выводу, что советская радиоконтрразведка выявила работу 90 % заброшенных на нашу территорию агентов-радистов, большая часть которых была нейтрализована.

За годы войны РКР служба сумела перестроить свою работу применительно к условиям военного времени. По мере накопления опыта выработала новые формы и методы борьбы с подрывной деятельностью разведки нацистской Германии. В упорном и длительном противоборстве с врагом чекисты-радиоконтрразведчики с честью выполнили стоявшие перед ними задачи, показывая образцы мужества и отваги при выполнении боевых заданий. Многие из них и после войны продолжали свою нелёгкую службу, передавая свой опыт и знания следующим поколениям радиоконтрразведчиков.

Мы в неоплатном долгу перед теми, кто в сложнейших условиях военного времени работал на заводах по производству радиодеталей, кто разрабатывал электрические схемы и конструкцию простых в управлении и надёжных радиоприёмников, пеленгаторов и радиостанций, кто с паяльником в руках трудился в секретных лабораториях над изготовлением специальной техники, кто сутками не снимал головных телефонов, выявляя в эфире работу вражеских радиостанций, кто с автоматом и носимым пеленгатором на груди пробирался через заросли ночного леса в поисках вражеских агентов и наконец теми, кто объединил усилия всех этих людей, создав единую систему под названием Служба радиконтрразведки.

Вечная им память!

По материалам музея радиоконтрразведки ФСБ России, г. Москва

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

По следу диодов Д1 и Д2, или... совершенно секретно—2

А. ЧЕЧНЕВ, пос. Володарского Московской обл.

За время, прошедшее с публикации первой части истории о создании первых полупроводниковых приборов в нашей стране, у меня появилась дополнительная информация, и не только по германиевым диодам.

ческих ракет в целях повышения обороноспособности нашего государства. Страна делала первые шаги к освоению космического пространства. В этой связи появилась необходимость в разработке малогабаритных и устойчивых к внешним факторам радиодеталей. Перед НИИ-35 была поставлена задача по разработке приборов по профилю предприятия, способных выдерживать большие перегрузки. В рамках выполнения НИР "Орбита" А. Н. Пужай разработал ТУ и приступил к созданию технологии производства диодов в корпусе, как у Д1, но с предсказуемыми стабильными параметрами, как у диодов Д2, или лучше, где для точечного контакта с кристаллом полупроводника он решил использовать иглу, покрытую индием. Но в налаженную и планомерную работу вмешалось руководство Государственного комитета по радиоэлектронике — в середине 1956 г. вышло постановление Совета Министров СССР о передаче лаборатории точечных диодов вновь образованному НИИ-311 — будущему заводу "Оптрон", вместе со всем персоналом, и поэтому работы по теме неожиданно затянулись.

									...научно-технический отчет
Тема № 93 ОКР - "Метод" Разработка двойного диода или метода отбора для схем дискриминаторов и дробных детекторов, по техническим требованиям, согласованным с НРПА	-"-	Сент.55г.	Сент.55г.	100	100	100	100	99	99	Тема выполнена полностью и в срок в соответствии с утвержденным техническим заданием. Разработан метод отбора парных диодов, обеспечивающий их качественную работу в схемах дискриминанта и дробного детектора. Создана конструкция крепления диодов обеспечивающая удобство в эксплуатации, проведены заводские испытания на заводах №№ 616 и 528 МРТП. Составлен научно-технический отчет.

Фото 1

Диоды Д1 послужили основой для производства на заводе № 382 ("Плутон") сборки из двух подобранных по параметрам диодов, предназначенных для применения в частотных дискриминаторах телевизоров и другом оборудовании. Назвали такую сборку — ДК. Впоследствии ту же функцию будет выполнять сборка серии ГД404 (**фото 1**, **фото 2**).

Стремление улучшить электрические параметры диодов Д2 ещё в начале их серийного производства привело к созданию групп с буквами от "К" до "Р". Они отличались повышенным прямым током ценой уменьшения диапазона частот благодаря технологии вплавления в кристалл контактной иглы, покрытой индием.

В начале 1956 г. профильные НИИ интенсивно начали искать возможности уменьшения массы и увеличения надёжности электронной аппаратуры зенитных снарядов и баллисти-



Фото 2

Таким образом, Александр Никифорович в начале 1957 г. уже был сотрудником НИИ-311 и работу над диодами серий Д9—Д14, Д101 уже заканчивал там. Дальше основной его специализацией стали СВЧ детекторные и смесительные диоды.

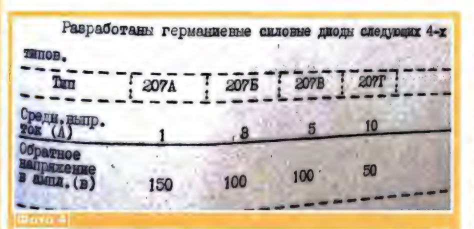
Выпрямительные диоды ДГ-Ц21—ДГ-Ц27 в результате модернизации корпуса и технологии изготовления (ОКР "Калибр") с 4-го квартала 1956 г. стали называться Д7 (**фото 3**). Работа по модернизации диодов была проведена на Томилинском электровакуумном заводе, где и был налажен их серийный выпуск.

В НИИ-35 30 сентября 1957 г. главным конструктором В. Голденбергом на основе работы А. Пужая (НИР "Вентиль") была закончена ОКР "Паром" по разработке мощных германиевых диодов серий Д302—Д305 (**фото 4**). Как видим, сначала обозначение этих диодов отличалось от

ОКР - "Калибр" Улучшение эксплуатационных характеристик плоскостных германиевых диодов (выяснение предельных режимов, уменьшение токов, исследование температурной зависимости, улучшение стабильности параметров)	По плану 5 Главного Управления МРТП	Iкв.56г.	IIкв.56г.	100	100	500	500	489	489 г/б-200 к/с-289	Работа выполнена в срок и находится в стадии внедрения на ТЭЗ"е МРТП. Внедряются диоды типа Д-7 в новом конструктивном оформлении. Составлен технический отчет по теме.

Фото 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Разработаны германиевые силовые диоды следующих 4-х типов.

Тип	207А	207Б	207В	207Г
Средн. выпр. ток (А)	1	3	5	10
Обратное напряжение в ампл. (в)	150	100	100	50

Фото 4

По теме "ВЫПРЯМИТЕЛЬ"

Проведено обследование германиевых плоскостных диодов конструкции ЛФТИ-СКБ-245 и НИИ п/я 281.

Выполнены работы на участке силовых диодов и выпущена опытная партия диодов в количестве 10.000 штук. А всего на участке к концу года выпущено 30.000 шт. диодов.

Фото 5



Фото 6

3. Силовые диоды Д-I и Д-2.

4. Германиевые диоды в стеклянном корпусе

Фото 7

привычного для нас. К концу года на опытном заводе было произведено 10000 таких приборов.

Министерству приборостроения и средств автоматизации на выполнение работ, предусмотренных Постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров Союза ССР и распоряжениями Совета Министров Союза ССР по выпуску счетно-решающих и математических машин "Урал", МН-8, М-20 требуются германиевые диоды производства Министерства радиотехнической промышленности.

На план производства второго полугодия Министерству приборостроения и средств автоматизации требуется германиевых диодов 260 тыс.штук, в том числе:

ДГЦ-4	-	50 тыс.штук
ДГЦ-5	-	70 тыс.штук
ДГЦ-7	-	50 тыс.штук
ДГЦ-8	-	90 тыс.штук

260

Фото 8

Не могу сразу начать рассказ про создание приборов на основе кремния, поскольку к разработке как кремниевых приборов, так и германиевых имели отношение, помимо ОКБ-498 и НИИ-35, ещё две организации. Это — Ленинградский физико-технический институт (ЛФТИ) и СКБ-245, будущий ВНИИЦЭВТ из Москвы. Вместе они начиная с 1954 г. занимались научно-исследовательскими работами по германиевым диодам, получившим название слоистых, плоскостных, по-современному. В результате ЛФТИ и СКБ-245 в содружестве с НИИ-35, выполнив ОКР по теме "Выпрямитель", разработали плоскостные силовые диоды Д1 и Д2. Производство их было организовано на опытном заводе № 498 ("Старт"). К концу 1955 г. было изготовлено 30000 шт. немного под другим обозначением — СД1 и СД2. Их параметры для меня остаются загадкой, особенно термин "силовые" (**фото 5**, **фото 6**).

Вот в этом, видимо, и кроется причина путаницы в присвоении порядковых обозначений германиевым точечным диодам ДГЦ-С (Д1) и ДГЦ-стекло (Д2).

Это понять можно из приведённых фотовырезок (**фото 7**). ГОСТ 5461-56 ещё не был разработан, а все вышеуказанные изделия уже были.

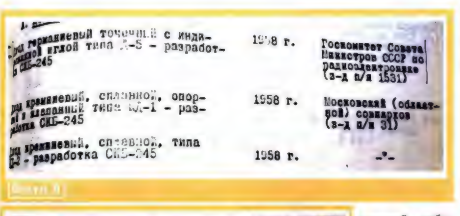
Рассказ про германиевые диоды может оказаться неполным, если не написать о попытке СКБ-245 создать для своих вычислительных (математических) машин опытную партию германиевых точечных диодов под названием Д4. Упоминание о них есть в техническом описании первых вычислительных машин "Урал" от 1955 г. Параметры и стабильность этих приборов была таковой, что, судя по найденному документу, датированному июлем 1956 г. (**фото 8**), в серийно выпускаемых вычислительных машинах они не применялись. Что и не удивительно, поскольку диоды ДГ-Ц4 и другие уже прошли обкатку временем и хорошо себя зарекомендовали. В документах также встретились диоды Д5, КД-1 и КД-2 всё тех же разработчиков. Но, кроме упоминания о них, на данный момент более ничего найти не удалось (**фото 9**).

Попробую окончить повествование о германиевых приборах и СКБ-245 на оптимистичной ноте. Поэтому сообщаю, что первым широко применяемым фотодиодом стал разработанный в этой организации в 1958 г. германиевый диод ФД-1, который долго и успешно выпускался на заводе "Сапфир" (**фото 10**).

Кремниевые приборы

Вспомним военных разработчиков из НИИ-885. Конечно же, они были недовольны небольшим температурным интервалом германиевых приборов, в том числе и транзисторов, и требовали срочно его расширить. Они беспрерывно напоминали в различных инстанциях о своих требованиях к полупроводниковым приборам.

К концу 1955 г. организациями ЛФТИ вместе с СКБ-245 и НИИ-35 независимо друг от друга были выполнены научно-исследовательские работы по теме



Диод германиевый точечный с индиевой иглой типа Д-5 – разработка СКБ-245	1958 г.	Госкомитет Совета Министров СССР по радиоэлектронике (з-д п/я 1531)
Диод кремниевый, сплавной, опорный в плавленый типа КД-1 – разработка СКБ-245	1958 г.	Московский (областной) совнархоз (з-д п/я 31)
Диод кремниевый, сплавной, типа Д-2 – разработка СКБ-245	1958 г.	-"-

Фото 9

Диод германиевый сплавной специального назначения типа Д-1 – разработка СКБ-245.	1958 г.	Московский (городской) совнархоз (завод 1000)

Фото 10

Тема № 4 НИР – "Ваза" Разработка низкочастотного кремниевого выпрямителя на силу тока 50 ма и обратное напряжение до 25в, способного работать при температуре окружающей среды свыше 100°С.	Пост. СМ СССР № 980-422сс от 21/У-54г. Приказ МРТП № 97сс от 1/У1-54г.	Дек.55г.	Дек.55г.	100	100	450	250	448	248	Тема выполнена полностью и в срок. в соответствии с утвержденным техническим заданием. Разработан способ изготовления плоскостного диода. Изготовлены 100 шт. лабораторных макетов кремниевого диода, получены предварительные данные по их свойствам. Изготовлены отдельные образцы диодов на обратное напряжение до 50в и выпрямленный ток 100ма, способные работать при температуре выше 100°С. По результатам проведенной работы в плане 1956г. предусмотрена опытно-конструкторская работа по теме "Ливза". Составлен научно-технический отчет. Работа предъявлена на гос. комиссию.

Фото 11

ров) ОКР – "Пальма" Разработка опытных образцов кремниевых диодов на базе НИР "Ваза" по согласованому заданию	По плану МРТП	Пкв.56г.	Пкв.57г.	40	100	500	200	189	189	Проведена работа по определению возможности использования образцов диодов в режиме опорного диода. Техническая готовность всей работы – 40%.

Фото 12

"Панно" - Полупроводниковые приборы для использования в качестве источников опорного напряжения в схемах стабилизированного выпрямителя. (переходит с 1957г.)	-"-	Iкв. 1957г.	Iкв. 1958г.	100	100	800	400	793	394	Работа по теме выполнена в установленный срок и принята Гос. комиссией. Акт Гос. комиссии от 23/IУ-58г.	Внедрена в производство на Опытном заводе НИИ-35

Фото 13

Государственная Комиссия приняла тему "Панно" в июле 1958г., по которой были разработаны диоды Д-808-813.

Освоение выпуска диодов Д-808-813 начато с января 1958г., при этом в феврале изготовлено 1646 штук.

Фото 14

"Ваза". Работа заключалась в создании кремниевых выпрямительных диодов со скромными параметрами, но с максимальной рабочей температурой 100 °С (**фото 11**). НИИ-35 предъявил Государственной комиссии 100 изготовленных диодов с превышением технического задания. Работа была одобрена. А вот СКБ-245, как изготовитель, не смог на тот момент воплотить в изделия требования заказчиков, и в итоге в ОКР пошли диоды, сделанные Александром Никифоровичем Пужаем. Он был Главным конструктором темы по кремниевым диодам от НИИ-35.

Вместе с тем, Государственная комиссия, изучив результаты работы, проведённой ЛФТИ и СКБ-245, приняв во внимание их доводы о плохом качестве кремния (низкое объёмное сопротивление), с которым пришлось работать, рекомендовало продолжить исследования по изучению свойств приборов, не отвечающих требованиям военных, но неожиданно получившихся с обратной вольт-амперной характеристикой, как у стабиловольтов. Такое вот начало было у стабилитронов... Забавно, не правда ли? Плохое качество исходного материала явилось началом появления на свет и приборов, изменяющих ёмкость под действием обратного напряжения — варакторов и варикапов.

Такие работы были продолжены в НИИ-35 по темам "Пальма" (**фото 12**), "Панно" (**фото 13**), и в феврале 1958 г. было выпущено 1646 стабилитронов серий Д808—Д813 (**фото 14**).

Другим следствием неудачной попытки создать плоскостные кремниевые диоды для своих счётно-аналитических машин тандема ЛФТИ и СКБ-245 была работа по разработке диодов с очень малыми обратными токами — НИР "Парча", получившая воплощение в диодах серии Д225, также созданных в НИИ-35. (**фото 15**, **фото 16**).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru





Фото 12

Будут завершены разработкой малогабаритные кремниевые диоды для счетно-решающих устройств (НИР "Парча").

Фото 15

Точечные кремниевые диоды серий Д101—Д103 появились точно так же, как и Д9, в ходе выполнения работ по теме "Орбита". Они начались в 1955 г. в НИИ-35 и были закончены к концу 1956 г. в НИИ-311. (**фото 17, фото 18**).

Лаборатория плоскостных выпрямительных диодов была переведена в НИИ-311 только в 1959 г., следовательно, опытное производство установочных партий высоковольтных и мощных диодов происходило на будущем "Пульсаре".

Тема № 57.
НИР - "Орбита". Исследование возможности создания помехоустойчивых радиовзрывателей с применением печатных схем, полупроводниковых приборов и новых магнитных и диэлектрических материалов. Изготовление лабораторных образцов и составление научно-технического отчета.(Переходит на 1956 год).

Фото 14



Фото 13

Диоды серий Д206—Д211 появились благодаря НИР "Линза" и ОКР "Нева", законченных в третьем квартале 1956 г. Главное было создать прибор с прямым током не менее 100 мА, сохраняющий работоспособность при обратном напряжении не менее 150 В и температуре 100 °С (**фото 19**, **фото 20**). Первым, относительно сильноточным с прямым током до 400 мА, получился диод Д201, созданный в начале 1957 г. (**фото 21**, **фото 22**).

I7.	НИР - "Линза" Создание кремниевого плоскостного диода, пригодного к работе при температуре окружающей среды I25°С в режимо: выпрямленный ток 400 ма и обратное напряжение не ниже 400в /Переходит на I957 год/	-"-	Iкв.56г.	Пкв.57р.	50	I00	600	900	287	287	Проводятся работы по получению и исследованию свойств диффузионного р-п перехода на кремнии. Выполнение темы находится под угрозой срыва ввиду отсутствия необходимого кремния. Составлена техническая аннотация по теме. Техническая готовность всей работы - 50%.
I8.	НИР - "Свет" Разработка кремниевого диода на обратное напряжение не менее I50в /Переходит с I955г./	По плану МРТП	Переход. с I955г.	Пкв.56г.	I00	I00	200	I90	I93	I24 -	сРабота выполнена в срок. Получены лабораторные образцы плоскостного кремниевого диода на обратное напряжение I50в. Составлен научно-технический отчет по теме.

Фото 16



После приобретения необходимого технологического опыта были созданы диоды серий Д214 и Д215 (**фото 23**), разработанные в 1958 г. по теме "Предлог". Конечно, сначала их выпуск был налажен на опытном заводе НИИ-35, и в 1959 г. было изготовлено 700 штук. После этого производство было передано на завод № 498 (будущий "Старт") и на завод НИИ-311 (**фото 24**).

Сотрудники лаборатории плоскостных диодов в НИИ-311 в 1960 г. по теме "Предмет-1" разработали мощные стабилитроны серий Д815—Д817 и другие аналогичные (**фото 25**).

Мало кто знает, что первые исследовательские работы, начатые в 1957 г. на будущем "Пульсаре" с переключательными полупроводниковыми приборами (тиристорами), предполагали использование германия для создания (как их тогда называли) управляемых диодов (**фото 26**), но в скором времени научились производить кремний нужного качества и управляемые диоды решили делать на его основе, а не из германия (**фото 27, фото 28**).

					8	7	8	9	10	11		12
19.	ОКР -"Нева" Разработка конструкции плоскостного кремниевого диода, работающего при температуре окружающей среды 125°С в режиме: выпрямленный ток 400ма и обратное напряжение 200в (по типу I № 341) (Переходит на 1957г.)	Сл.записка МРТП №СП-56сс от 3/П-56г. /приказ МРТП № СП--17сс)	Iкв.56г.	IIкв.57г.	63	100	2170	1970	1333	1333 к/с-745 г/б-588		Изготовлены и переданы заказчику 260 шт. лабораторных образцов кремниевых плоскостных диодов. Ввиду отсутствия необходимого исходного материала электрические параметры образцов ниже требований технического задания. Техническая готовность всей работы - 63%.



Немного о промышленном производстве. С 1959 г. разработчики полупроводниковых приборов НИИ-35 и НИИ-311 после выпуска опытных изделий передавали серийное производство на закреплённые за ними предприятия. Для НИИ-35 серийными заводами были "Светлана" (Ленинград), Воронежский, Брянский, Новгородский, Ташкентский, Рижский и Александровский заводы полупроводниковых приборов. Для НИИ-311 это были Томилинский, Новосибирский, "Старт" (Москва), Саранский, Запорожский и Херсонские заводы.

Внимательный читатель обратит внимание на отсутствие в списке завода № 382 "Плутон", известного как производителя популярных диодов Д2, Д9, Д101, транзисторов серий П4 и П201—П203. По решению правительства с 1960 г. он не принимал участия в серийном производстве новых приборов, созданных двумя ведущими НИИ после 1959 г. Необходимо было снизить нагрузку на предприятие, чтобы не отвлекать производство от профильной тематики. Вместе с тем, несколько новых изделий, созданных самостоятельно, вышли из его конструкторского бюро, в частности,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР № 133-77 от 8/II-57г. /Приказ МРТП № 35 от 14/II-57г./ НИИ-35 выполнил и пред"явил к приемке научно-исследовательскую по теме "Предлог" - "Плоскостные кремниевые диоды на токи работу от 1 до 10а при обратном напряжении от 100в до 200в на один элемент".

Фото 23



Фото 24

Фото 27

В соответствии с приказом Госкомитета СМ СССР по радиоэлектронике № 474 от 27/IX-60г. НИИ-311 закончил опытно-конструкторскую работу по теме "Предмет-I" -разработка серии стабилитронов на напряжение 6-15в /10вт/ и 15-100в /5 вт./

Фото 25



Фото 28

ОКР-"Разработка германиевых управляемых диодов, предназначенных для использования в переключающих устройствах."

Основанием для проведения работы служит договор № 22 от 16 февраля 1957 г. с п/я 1497.

Работа проводилась в период с февраля 1957 г. по декабрь 1957 г. Государственные испытания перенесены на 1958 год.

Фото 29

специальный вариант диода Д2 — диод серии 1600.

Такова краткая история создания полупроводниковых диодов и становления отрасли в целом в нашей стране. Конечно, многие факты и события, по разным причинам, не отражены в этом небольшом исследовании, но главное, на что нужно обратить внимание, — это творческая работа большого числа талантливых инженеров, в частности Александра Никифоровича Пужая, многих техников и рабочих, позволившая поддерживать обороноспособность нашей страны на высоком уровне.

Технологическая сингулярность

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Нельзя манипулировать космическими понятиями в партийных целях".

(Сергей Алексеев. "Сокровища Валькирии")

Однако мы дожили до того момента, когда всё информированное человечество с нетерпением ожидает, когда сбудутся прогнозы на обозримое будущее не от аналитиков-экспертов, а от футурологов-фантастов. И даже теперь понятно, почему — банально не хватает фантазии для понимания того, что будет или может быть. А ожидается вот что...

Неизбежно надвигается событие, представляющее совершенно особый отрезок времени, называемый технологической сингулярностью, которая будет являться следствием целого комплекса технологических предпосылок. Основой, как и многое в наше время, является стремительное развитие информационных технологий (ИТ). В его рамках вот уже почти в течение 50 лет выполняется закон Мура, гласящий, что быстродействие компьютеров удваивается каждые полтора года.

Помимо привычных нам компьютеров, быстро развивается направление квантовых компьютеров, которые позволяют исследовать сложные квантовые явления, поскольку составляющие их кубиты могут принимать много состояний, а не только ноль или единицу.

Совершенствуются нейросети, представляющие собой программные алгоритмы, позволяющие итеративным путём идти к намеченной цели без дальнейшего участия человека. Именно их обычно называют сегодня искусственным интеллектом (ИИ), хотя пока к ним более применим термин машинное обучение (machine learning). В СМИ порой представляется ИИ как компьютер, во много раз более умный, чем человек, что, конечно, сильно преувеличено. Тем не менее современный ИИ уже "пробует" себя в беспилотных средствах передвижения, в различных автоматизированных аналитических системах, а видеоаналитика уже встраивается, к примеру, в интеллектуальные видеокамеры, чтобы не перегружать сети связи лишней информацией. Ну а такое понятие, как Большие Данные (Big Data), уже прочно вошло в нашу жизнь, помогая из потока всевозможных данных определять скрытые потребности, риски и новые возможности.

Все автономные интеллектуальные устройства нуждаются в эффективных альтернативных источниках энергии. В частности, разрабатываемые в разных странах "атомные батарейки" на различных изотопах смогут автономно работать от 100 до 100 тыс. лет, не представляя опасности для пользователей.

Следует заметить, что все самые новые и перспективные открытия в области ИТ произошли всего лишь за каких-то 30 лет, сменив ни одно поколение различного оборудования. Всевозможные устройства на глазах "умнеют", и мы говорим уже не только об "умных" кофеварках и холодильниках, а об "умных" домах, городах и даже странах. К примеру, многие руководители городов, регионов и государств имеют в своем распоряжении системы поддержки принятия решений (СППР), которые на основе собираемых отовсюду данных помогают вовремя среагировать на ту или иную ситуацию (а ещё лучше — её своевременно предвидеть). Стоит ли пояснять, что всевозможные аналитики и эксперты, обеспечивающие функционирование СППР, постепенно уступают в них свои роли системам анализа Big Data и ИИ.

Получается так, что однажды весь этот ИИ разовьётся до такой степени, что мощность компьютерных программ превысит вычислительную мощность человеческого мозга, и тогда наступит так называемая технологическая сингулярность. Данный термин предложил и публично представил в 1983 г. математик и научный фантаст профессор Вернон Винджж. По его словам, однажды люди сотворят более могущественный интеллект, чем их собственный, и в этот момент человечество достигнет своеобразной сингулярности, а его дальнейшая судьба станет непредсказуемой. Иначе говоря, главным у человечества станет тот самый сверхинтеллект и что он сделает со своим творцом, как говорится, одному Богу известно.

Собственно, сам термин сингулярность, означающий точку, в которой всё, что в ней находится, стремится к бесконечности, понимается в очень большом количестве смыслов: есть сингулярность физическая, космическая, гравитационная, технологическая и др. Чаще всего сингулярность используется при описании нашего понимания "большого взрыва", когда буквально из точки возникла наша Вселенная, и что там было в той самой точке до описанного события, нам отсюда не видно.

В свою очередь, технологическая сингулярность знаменует момент превосходства технологий над человеком. Технологий, заметим, которые начал развивать сам человек, пытаясь компенсировать то, чем, как ему казалось, обделила его природа. В общем, технологическая сингулярность (или просто сингулярность) является гипотезой о том, что изобретение некоего искусственного сверхинтеллекта внезапно вызовет безудержный технологический рост, что приведёт к сильным изменениям в человеческой цивилизации. Специалисты называют этот особый вид ИИ общим ИИ, который будет конкурировать с человеком. Но который на самом деле будет создан ещё очень и очень нескоро хотя бы потому, что мы сами не знаем, как устроен наш интеллект, как работает наш мозг. Ведь мозг — весьма сложная биологическая машина, которую, как представляется, весьма непросто воспроизвести с помощью алгоритмических компонентов.

На симпозиуме VISION-21 в 1993 г. В. Виндж представил следующие события из развития гипотезы технологической сингулярности:

— возникнет ИИ, в разы превосходящий человеческий;

— повысится эффективность человеческого разума и физических характеристик с помощью генной инженерии;

— крупные компьютерные сети смогут самостоятельно идентифицировать себя как разумные сущности;

— синтез компьютера и человека приведёт к тому, что человек сам будет иметь сверхинтеллект.

В итоге мы станем не одиноки среди порождённых нами новых сущностей. Не удивительно, что все эти мысли были тут же развиты различными футурологами, которые стали предсказывать рождение технологической сингулярности в период от 2020 г. до 2070 г. С первой датой, как все мы теперь знаем, они ошиблись, однако тот же В. Видж с некоторыми коллегами склонялся к 30-м годам нашего столетия, что делает проблему подготовки к возможной "новой эре" в развитии человечества ещё актуальнее.

Кстати, ещё в 1965 г. Ирвин Джон Гуд, британский математик, который в своё время работал криптологом в Блетчли Парк с Аланом Тьюрингом, предположил, что общий искусственный интеллект (т. е. не просто машинное обучение, а нечто гораздо более интеллектуальное) может привести к взрыву технологического развития. Его сценарий выглядел следующим образом: по мере того, как компьютеры увеличивают мощность, людям становится проще строить машину, более интеллектуальную, чем человек. Этот сверхчеловеческий интеллект обладает более широкими навыками решения проблем и изобретательских способностей, чем способны нынешние люди. Эта суперинтеллектуальная машина затем разрабатывает ещё более совер-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

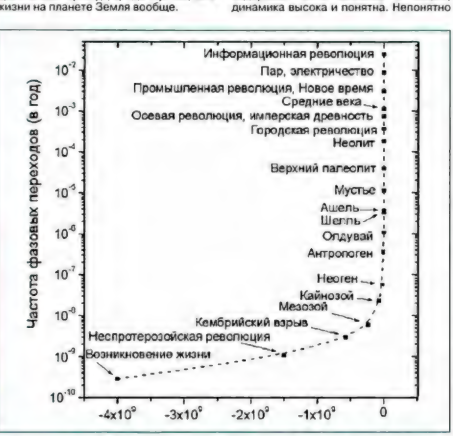
шенную машину или переписывает своё собственное программное обеспечение, чтобы стать ещё более умной. Эта (всё более способная) машина затем продолжает разрабатывать машину с ещё большей способностью и так далее. В общем, понятно, на чём базировались прогнозы В. Винджа.

Экспоненциальный рост вычислительной техники, предложенный законом Мура, обычно упоминается как причина ожидания сингулярности в относительно ближайшем будущем. Что касается самой подготовки к технологической сингулярности, то в историческом масштабе революционных событий (фазовых переходов) она похожа на иллюстрацию закона Мура, как показано на **рисунке**. Причём речь идёт не просто о развитии человечества от древнейших культур, вроде Мустье, но и жизни на планете Земля вообще.

с помощью гибридных цифроаналоговых архитектур. Прогнозируется также появление социальных нейросетей и полноценного гибридного человекомашинного интеллекта. Короче говоря, обмен мыслями станет ещё проще.

Среди прогнозов можно встретить 2023 г., когда ИИ превзойдёт возможности человеческого мозга, а также 2045 г., когда он превзойдёт возможности всех людей планеты.

Ускорение информационного прогресса можно иллюстрировать так: интервал между аграрной и индустриальной революциями составил примерно 8 тыс. лет, через 120 лет была изобретена электрическая лампочка, ещё через 90 лет люди полетели на Луну, ещё через 22 года появился WWW, а всего через 9 лет после этого был раскодирован геном человека. В общем, динамика высока и понятна. Непонятно

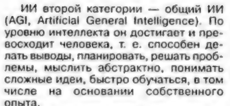


Разумеется, особый интерес представляет самая верхняя часть представленной на рисунке кривой в части прогнозов всего того, что предварит приближение сингулярности и что так привлекает футурологов. Вот, к примеру, в 2007 г. появился первый iPhone, ставший знаковым событием в мире коммуникаций, к 2025 г. планируется появление гаджетов-имплантов и охват планеты Интернетом вещей, а к 2040 г. появится так называемый нейронет.

Что же касается последнего, то прогнозируется, что он станет следующим этапом развития современного Интернета (Web 4.0), в котором взаимодействие участников (человек—человек, человек—машина) будет осуществляться с помощью новых нейрокомпьютерных интерфейсов, а сами компьютеры станут нейроморфными (похожими на мозг)

только, что будет дальше. К примеру, на саммите Singularity'2012 (уже есть и такие) Стюарт Армстронг провёл исследование экспертов по искусственному общему/главному интеллекту и нашёл широкий диапазон прогнозируемых дат со средним значением 2040 г. Здесь стоит пояснить разновидности ИИ. Прежде всего, это общий термин для описания технологий компьютерного интеллекта. Несмотря на разнообразие мнений по этому вопросу, большинство экспертов считают, что существуют три категории ИИ.

ИИ первой категории — ограниченный ИИ (ANI, Artificial Narrow Intelligence). Специализируется в какой-то конкретной области. Например, есть ИИ, способный победить чемпионов мира по шахматам, но это единственное, что он может делать.



ИИ второй категории — общий ИИ (AGI, Artificial General Intelligence). По уровню интеллекта он достигает и превосходит человека, т. е. способен делать выводы, планировать, решать проблемы, мыслить абстрактно, понимать сложные идеи, быстро обучаться, в том числе на основании собственного опыта.

ИИ третьей категории — искусственный суперинтеллект (ASI, Artificial Super Intelligence). Он умнее всего человечества вместе взятого, начиная от "немного умнее" до "умнее в триллион раз".

Пока человечество оперирует разновидностями ИИ первой категории, которые используются повсеместно на транспорте, в автопилотах, в Интернет-поисковиках, в спам-фильтрах почтовых сервисов, в смартфонах, в играх, в производстве, финансах и военной сфере. Современные ANI-системы не особо внушают опасения, и в худшем случае могут привести к изолированной катастрофе. Однако каждая инновация в сфере ANI тихо вносит небольшой вклад в общую копилку, становится ещё одним кирпичом в возводимой стене AGI и ASI.

Известный футуролог Рэй Курцвейл применяет термин сингулярность не только для быстрого увеличения ИИ, но и для эволюции (в отличие от других технологий). Он, например, писал: "Сингулярность позволит нам преодолеть эти ограничения наших биологических тел и мозгов ... Не будет никакого различия, после сингулярности, между человеком и машиной". Он также определяет свою предсказанную дату сингулярности — 2045 г., в терминах того, когда он ожидает, что компьютерные интеллекты значительно превысят общую человеческую мозговую мощь, написав, что достижения в вычислениях до этой даты "не будут представлять сингулярность", потому что они "ещё не соответствуют глубокому расширению нашего интеллекта". В связи с этим интересно, как его будут расширять, то ли будут развивать интерфейс человек-компьютер, то ли встраивать компьютер в человека, то ли научатся использовать для вычислений незадействованные клетки головного мозга. Курцвейл также утверждает, что технологический прогресс следует образцу экспоненциального роста в соответствии с так называемым законом ускорения возвращения. Всякий раз, когда технология приближается к барьеру, вновь появившиеся технологии преодолеют её. Он предсказывает, что сдвиги парадигмы станут всё более глубокими, что приведёт к быстрым и глубоким технологическим изменениям, которые представляют собой разрыв в истории человечества. Так что это будет за разрыв?

Известно, что чрезвычайно легко построить компьютер, способный в малую долю секунды умножать десятиразрядные числа. А вот построить компьютер с программой, которая сможет посмотреть на собаку и ответить, собака это или кошка, — уже не так просто. Создать ИИ, способный победить любого человека в шахматах или в го, можно. Но на разработку ИИ, способного хотя бы прочитать параграф из книги для шестилетних детей и понять их

значение, компания Google тратит миллиардные суммы. И всё то, что кажется нам простым, на самом деле невероятно сложные процессы, которые сотни миллионов лет назад были оптимизированы под нас (и большинство животных) эволюцией. Когда вы протягиваете руку к какому-то предмету, то ваши мышцы, сухожилия и кости плеча, локтя и запястья моментально выполняют длинную последовательность физических операций под контролем глаз, чтобы ваша рука смогла двигаться как нужно в трёх измерениях. Вы не командуете организму сделать то или это, а просто делаете. А вот умножение огромных чисел или игра в шахматы — это новые занятия для биологических существ, у которых не было возможности адаптироваться под них.

В целом мы пока не понимаем, в какой степени вооружённые ИИ компьютеры и роботы могли бы приобрести автономию и в какой степени они могли бы использовать подобные способности в качестве угрозы или опасности. К примеру, всё новые технологии человечество, в первую очередь, примеряет на ведение войны или обладание материальными средствами, борьба за которые и есть война. А что будут делать роботы с ИИ, разработанные теми самыми людьми? Или сингулярность — это лишь очередная вспышка во Вселенной?

Мало сомнений, что последние достижения в области ИИ, в частности, технологии для наблюдения и распознавания лиц, могут привести к возникновению оруэлловского общества (Дж. Оруэлл "1984") в его наиболее экстремальной форме. Следующими на этом пути станут мысли и нейронет. С помощью мысли люди с ограниченными возможностями уже умеют открывать двери, и с помощью мысли можно контролировать личность человека. За такую сингулярность любая диктатура скажет спасибо!

Правда, если описанные инструменты попадут в руки какого-нибудь осознавшего как личность ASI, не исключено, что оруэлловское общество покажется нам просто милым пионерским лагерем. А быть может, никакой особенной сингулярности не случится, и мы просто слишком мало знаем о том, что пытаемся копировать?

Пока же человек не понимает устройство мира и цель своего существования. Он не умеет пользоваться доступными ему инструментами и видит окружающую экосистему исключительно как свою собственность и всегда параллельно создаёт с помощью технологий всё, что изначально уже создано природой. Интуиция, предвидение, экстрасенсорные способности, получение информации "сверху", левитация, чтение мыслей, дистанционное исцеление — присущие людям, но пока непознанные и недоказанные наукой явления. Никогда не говори никогда, когда имеешь дело с непознанным. Возможно, всё непознанное, включая веру в Бога, — отнюдь не лженаука, а будущий потенциал науки.

Несмотря на огромные успехи в познании мира, мы о нём мало что знаем. В нашей концепции физического мироустройства приходится вводить много постулатов и аксиом (к примеру, выяснилось, что если хоть немного изменить физические константы, нашего мира попросту не было бы). Мы не знаем, что происходило или происходит в точке сингулярности в момент Большого взрыва или в чёрной дыре, а также за приближающейся границей событий в условиях ускоренного расширения Вселенной, свет из-за которой до нас попросту не доходит. Нам не удалось создать квантовую теорию относительности или единую теорию поля, хотя есть понимание, что используемые нами общая теория относительности и квантовая механика, к сожалению, несовместимы и, значит, не могут быть одновременно правильными. Вот нашли, вроде бы, бозон Хигса, и что, всё стало ясным? Зато вполне серьёзные рассуждения о флюктуациях вакуума, в результате которых вдруг ниоткуда появляются микрочастицы, считающиеся переносчиками взаимодействий, напоминают споры средневековых теологов на отнюдь не материальные темы. Или намекают на наличие некоей энергетической среды (не вакуума), которая ответственна за всё происходящее.

Совсем недавно произошло наше прозрение о наличии тёмной материи и тёмной энергии, из которых на 95 % состоит и наполнена Вселенная. Главный сюрприз и разочарование для человечества в XXI веке заключаются в том, что мы живём вовсе не в центре Вселенной и сделаны не из того вещества, из которого в основном сделана эта Вселенная... И в любой момент в наших представлениях Вселенная может оказаться совершенно другой в деталях.

К тому же, как представляется, наши биологические тела — это значительно больше, чем любой, когда-либо созданный нами компьютер, вооружённый ИИ. А то, что в телах обитает, не умирает, похоже, вместе с ними. К примеру, благодаря развитию ИТ можно предположить наличие аналогий в строении мира и ИТ (где есть "железо" и поверх него ПО, существующее благодаря электромагнитной энергии), и ПО в человеке можно (условно) назвать душой. Душой вечной и неповторимой, посаженной как семя, из которого должно вырасти подобное своему родителю (правда, очень похоже на ПО, записанное на какой-либо носитель). На этом аналогии, очевидно, заканчиваются, потому что мы не знаем, как смоделировать то, что мы пока не понимаем в принципе? Где взять тот поток энергии, с помощью которой душа управляет телом? Кстати, существуют исследования о том, что душа очень часто существует одновременно сразу в нескольких мирах, и в любом случае хоть как-то смоделировать удастся лишь её фрагмент. Посему все попытки симулировать "самую действительную действительность" упираются в невозможность симулировать душу. Точнее, в невозможность заселения созданной кем-то симуляции душой. Наверное, проще создать управляемого двойника без души, чем за просто так нового человека или хотя бы крысу.

Из самого свежего. Журнал Nature Human Behavior написал, как французская исследовательская группа с помощью мощных инструментов нейровизуализации головного мозга сделала недавно необычное открытие в области происхождения и развития наших личных воспоминаний. Выяснилось, что некая коллективная память, которая существует вне и за пределами отдельных людей, организует и формирует индивидуальную память каждого из них. То есть эта коллективная память представляет собой общую мысленную модель, позволяющую связывать воспоминания людей во времени и пространстве. Иначе говоря, открытие демонстрирует, что мы менее независимы, чем могли себе представить. То ли ещё будет, как говорится.

Рассмотрим несложный пример на похожую тему. Есть мнение, что современный научный подход по генетическим модификациям неоптимален. Почему? В сложно свёрнутой пространственной структуре ДНК многие гены имеют параллельные связи друг с другом, поэтому замена одного или даже группы генов вызывает разбаланс всей конструкции с далеко идущими энергетическими последствиями. Короче говоря, исправляя одно, можно покалечить очень многое, и порой не всегда видимое на нашем уровне. Но в век торжества ИТ можно было бы задуматься, что ДНК — лишь часть внутренней информационной инфраструктуры клетки, которая работает под управлением специальной программы. Очень может быть, что учёными открыты стволовые клетки, а стволовые гены ещё ждут своей очереди. И дело тут отнюдь не в инфраструктуре, а в программе. Однако биологи/генетики с маниакальным упорством продолжают "долбить" инфраструктуру ДНК, как будто, расковыривая серверы и работающие устройства памяти, можно кардинально изменить работу суперкомпьютера, которым, по существу, является каждая клетка. Менять же надо программу, а для начала следует научиться ею пользоваться.

Все эти размышления крайне интересны и отнюдь не закончены. Думается, всё у нас ещё впереди. Причём даже впереди той самой предсказанной технологической сингулярности. А вдруг появятся новые технологические трудности, для которых будут нужны новые революции?

Может быть, к понятию сингулярности есть другой путь, и он есть у каждого?

Может быть, наша цель — научиться пользоваться своими способностями?

Ну а истинное строение мира будет дожидаться своих открывателей со стороны обычных людей, открывших в себе нечто... Например, путь в коллективные воспоминания.

Со временем таких людей будет много... И, быть может, тогда и наступит эволюционная сингулярность.

По материалам earth-chronicles.ru, transgumanizm.fandom.com, neuronus.com, habr.com, hi-news.ru, monocler.ru, scientifically.info, postnauka.ru, alterozoom.com, rusneuro.net, slate.fr

Результаты автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента "РадиоСкаф"

О. АРТЕМЬЕВ, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл.,
С. САМБУРОВ, г. Королёв Московской обл.,
Е. ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, С. ФРОЛОВ, канд. техн. наук, А. ЩИТОВ, г. Курск

В настоящее время большой интерес представляет создание автономной интеллектуальной группировки малых космических аппаратов (МКА). Цель космического эксперимента "Радио-Скаф" — отработка технологии создания малых космических аппаратов серии CubeSat в конфигурации 3U различного целевого назначения, разработка научной аппаратуры для установки её на космический аппарат, выведение аппарата с российского сегмента Международной космической станции (МКС) и последующая лётная отработка аппаратуры в условиях автономного полёта с орбиты около 400 км и ниже, а также получение фотоизображений поверхности Земли и данных от научных приборов, установленных на спутнике и исследование характеристик грузов, доставленных на орбиту. Кроме того, целями этого эксперимента являются создание элементов информационной технологии для группировки МКА, организация полудуплексной связи внутри сети группировки совместно с возможностью приёма команд от наземного пункта управления, отработка группировкой МКА функций коллективного сбора и обработки данных измерителей и автоматического поддержания сети внутри группировки.

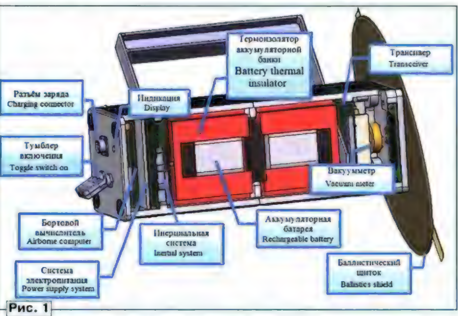


Рис. 1

Анализ результатов автономного космического полёта МКА показал, что устойчивая зона приёма сигнала спутника на низкой околоземной орбите (НОО) на изотропную антенну при мощности передачи не менее 29,6 дБм (0,95 Вт) начинается с угла места более десяти градусов. Это позволяет организовать семиминутный цифровой сеанс связи с наземной станцией с общим объёмом трафика 30 кбайт при скорости передачи данных 1200 бод и 240 кбайт при скорости 9600 бод (с оговоркой на худшую помехоустойчивость). Речевые сигналы, передаваемые МКА и принимаемые направленной антенной с коэффициентом усиления не хуже 10 дБд, разборчиво слышны на низких углах места (менее одного градуса). Интервал времени речевого обмена с наземной станцией длится десять минут. Система питания генерирует около 10 Вт·ч электроэнергии, что позволяет использовать передатчик в течение 30 мин на каждом витке. Четыре аккумулятора представляют собой буфер питания с совокупной энергоёмкостью батарей 74 Вт·ч, которая динамически распределяется на питание полезной нагрузки и бортовых систем. Максимальное время непрерывной работы трансмиттера — 60 ч. Время восстановления заряда аккумуляторной батареи — 16 витков с выключенным передатчиком и полезной нагрузкой.

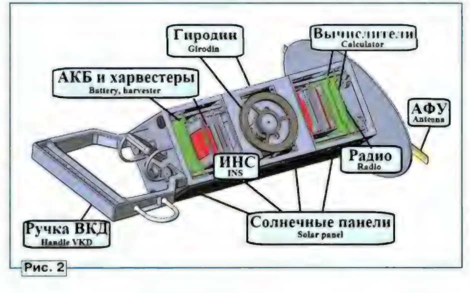


Рис. 2

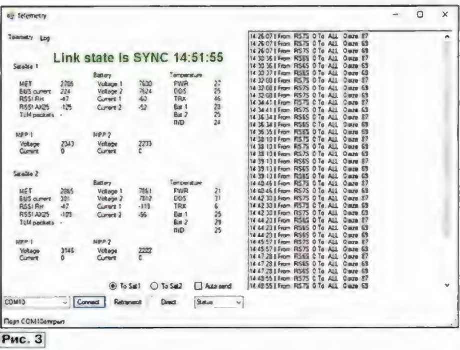


Рис. 3

Рис. 4

Стабилизация положения МКА до угловой скорости вращения менее одного градуса в секунду требует около 25 Вт·ч энергии при включённом гетеродине и тормозящих магниторкерах (магнитных затворах). При исходных угловых скоростях поворота не выше 540 градусов в секунду зафиксированное время стабилизации приблизительно 324 секунды.

Каждый аппарат из состава группировки МКА содержит информацию об активных спутниках сети. На текущий момент их четыре: RS6S, RS7S, RS8S, RS9S. Приоритетный адрес получает аппарат с наивысшим запасом и генерацией электроэнергии (сейчас RS7S). На **рис. 1** и **рис. 2** показаны МКА серий "Танюша-1", "Танюша-2" и "Танюша-3", "Танюша-4" соответственно.

МКА "Танюша-2" (RS7S) чаще других использует общий канал связи, в то время как другие ожидают его освобождения. На **рис. 3**, как пример, показан обмен информационными сообщениями между МКА RS7S и RS6S. Такой подход позволил снизить интерференцию сигнала и замирания. Все объекты внутри группировки синхронизированы по времени и ориентации. Последнее означает, что спутники содержат информацию об угловых скоростях поворота каждого. Ориентирование МКА перпендикулярно (ортогонально) поверхности Земли используется для параллельной передачи данных. Пересечение векторов направлений, при котором антенно-фидерные устройства МКА находятся на одной оси (диаграммы антенн спутников направлены друг на друга), оптимально для автономного обмена информацией. При этом измеренная длина трассы в космическом пространстве равняется 1534 км при уровне сигнала −121 дБм, что ещё не является "последней милей" для применяемой системы связи.

В рамках автономного обмена данными отработаны ретрансляция телеметрической информации и команды удалённого управления. Ретрансляция телеметрии позволила получать результаты работы научного оборудования (полезной нагрузки) МКА, расположенного за горизонтом, через МКА, находящийся в зоне видимости наземного центра управления. Обратный процесс передачи команды на удалённый МКА повысил оперативность управления.

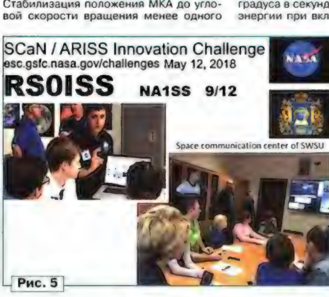


Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9



Рис. 11



Рис. 13



Рис. 14

Размещение составных частей научного оборудования в разных МКА позволило реализовать разнесённый в пространстве эксперимент. В отличие от одиночного аппарата, автономная интеллектуальная группировка проводит динамические и дифференциальные измерения. Положительный результат заключается в повышении точности исследования. Процесс регистрации нейтральных и заряженных частиц вакуумметрами двух МКА в одной области пространства (но с задержкой по времени) уточняет математическую модель расчёта баллистики. Установлено, что синхронная работа датчиков электромагнитного поля (при удалённом расположении МКА и соосном ориентировании) на порядок увеличивает динамический диапазон измерений. Автономная интеллектуальная группировка позволила проводить эксперименты по изучению переходных процессов на солнечном и теневом отрезках



Рис. 15



Рис. 16



Рис. 17



Рис. 18



Рис. 19

орбиты одновременно. Результаты работы научного оборудования по исследованию удалённых зон одиночным МКА могут быть получены только при следующем пролёте над пунктом управления. Напротив, ретрансляция телеметрии внутри группировки осуществляет оперативный мониторинг таких зон в реальном времени.

МКА автономной интеллектуальной группировки способен изменять полётное задание по команде наземного пункта управления, переданной напрямую или посредством ретрансляции. Время выполнения команды стабилизации и поворота граничит со временем нахождения центра управления в зоне покрытия МКА. Созданная сеть увеличила временной интервал взаимодействия, предоставляя возможность контроля и коррекции исполнения длительных процессов. Объём передаваемых данных ограничен каналом связи и временем нахождения в зоне

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 20



Рис. 21

приёма сигнала. Автономная группировка позволила увеличить объём принимаемых данных до 160 % посредством прямой ретрансляции. В научном сообществе активно развиваются глобальные сети наземных обсерваторий. Интеграция наземного пункта управления в сообщество Satnogs расширила покрытие до 40 % всей поверхности Земли. Таким образом, сейчас информационное взаимодействие представляет собой завершённый цикл. Высокая оперативность принятия решений по управлению группировкой МКА и оценка её состояния достигнуты благодаря глобальному мониторингу.

Проектное "время жизни" МКА — шесть месяцев. Сегодня этот показатель значительно превышен. Основным условием существования сети является работоспособность как минимум одного аппарата. Апробированные параметры связи показали, что подобные группировки МКА могут быть использованы как базовые станции речевого общения с широким покрытием. На **рис. 4** показан интерфейс программы для управления группировкой МКА.

Анализ радиочастотной обстановки "сверху" позволит оперативно выбрать свободный канал связи. В качестве развития концепции связи 5G всерьёз рассматривается размещение оборудования базовых станций на спутниках НОО. Функционирование автономной интеллектуальной группировки подтверждает такую возможность. Объединение МКА в сеть на орбите уже привело к глобальной кооперации разработчиков и радиолюбителей в сообщество обсерваторий (наземных пунктов управления). Ввиду лавинообразного увеличения числа МКА типа CubeSat острым вопросом являются их учёт и утилизация. Внедрение протокола межспутникого обмена в служебном канале, реализованном в "РадиоСкафе", в каждый вновь запускаемый CubSat позволит точно установить число активных и неактивных аппаратов. Результаты космического эксперимента "РадиоСкаф" указывают на необходимость дальнейшего использования и пополнения группировки МКА на НОО для дистанционного зондирования Земли.

В статье "Разработка и запуск радиолюбительских малых космических аппаратов с орбитальных станций "Мир" и МКС" ("Радио", 2018, № 4, с. 49—51) описана история разработки и запуска МКА с орбитальных станций "Мир" и МКС.

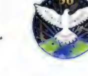


ARISS SSTV Award

Received SSTV images in commemoration of the various satellites that the ARISS team has developed and hand - deployed from the ISS, sent through the amateur radio system installed on the Russian segment of the International Space Station.

Принял SSTV изображения в ознаменовании различных спутников, которые команда ARISS разработала и развернула вручную с МКС, отправленные через радиолюбительскую систему установленную на Российском сегменте Международной космической станции.

Руководитель Радиолюбительской Деятельности на МКС
Сергей Самбуров RV3DR
ARISS International Chair
Frank Bauer KA3HDO
ARISS Europe Chair
Oliver Amend DG6BCE
RS0ISS Операторы - космонавты
Олег Артемьев
Сергей Прокопьев
Mentor ARISS Europe
Armand Budzianowski SP3QFE
ARISS SSTV Award Manager
Slawomir Szymanowski SQ3OOK











Amateur Radio on the International Space Station
Любительское радио на борту Международной космической станции

Рис. 22

В настоящее время идёт разработка новых, более совершенных спутников "Циолковский-Рязань", "ЮЗГУ-55" для продолжения экспериментов по созданию автономных интеллектуальных группировок МКА. К сожалению, из-за отсутствия "выходов" в программе полёта МКС в 2019 г. и 2020 г. запуск спутников для пополнения существующей группировки не проводился. С учётом того, что МКА имеют срок существования около одного года, последний спутник был запущен в августе 2018 г., а ближайший выход для запуска намечен только на 2021 г., видимо, создавать автономную интеллектуальную группировку придётся заново. Мы планируем создать её из уже изготовленных МКА "ЮЗГУ-55" № 5 и "ЮЗГУ-55" № 6, изготавливаемых "ЮЗГУ-55" № 7 и "ЮЗГУ-55" № 8, а также спутника "Циолковский-Рязань" и, возможно, ещё некоторых новых.

В 2019 г. было организовано несколько голосовых сеансов связи между экипажами МКС и наземными учебными заведениями в городах Уфе, Курске, Красноярске, Челябинске, Ханты-Мансийске, Нижнем Тагиле, Саранске, Благовещенске, Дубаи (ОАЭ) и др. Были также организованы пять серий сеансов передачи изображений SSTV (серии 11, 12, 13, 14, 15). Принятые изображения можно посмотреть на сайте **http://www.spaceflightsoftware.com/ARISS_SSTV/index.php** в Интернете. Некоторые изображения из этих серий приведены здесь: серия 11 (**рис. 5**, **рис. 6**), серия 12 (**рис. 7**), серия 13 (**рис. 8**, **рис. 9** и ***рис. 10 на 2-й с. обложки***), серия 14 (**рис. 11**, ***рис. 12 на 2-й с. обложки***) и серия 15 (**рис. 13—рис. 18**).

На каждую серию изображений по просьбе нашей международной организации ARISS польские радиолюбители выпустили дипломы (**рис. 19—рис. 22**).

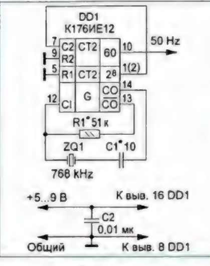
Все члены экипажей проходили тренировку по работе в эфире с радиолюбительской станции, установленной на МКС, в ПАО РКК "Энергия". На **рис. 23—рис. 25** ***(см. 2-ю с. обложки)*** показаны тренировки российского космонавта Олега Ивановича Скрипочки (справа), космонавтов ОАЭ Аль Мансури Хаззаа и Аль Нияди Султана (слева—направо) и астронавта НАСА Джанет Эппс. Занятия, как обычно, проводит руководитель радиолюбительской деятельности на МКС Сергей Николаевич Самбуров (RV3DR).

Сейчас мы разрабатываем новые радиолюбительские проекты, в частности, проектируется новая радиолюбительская видеосистема. Кроме того, проводятся эксперименты по расширению времени сеанса радиосвязи за счёт подключения нескольких наземных радиостанций, расположенных по трассе полёта МКС, и подключения отдалённых школ по сети Интернет к базовым наземным станциям.

Генератор частотой 50 Гц с кварцевой стабилизацией

С. ГЛИБИН, г. Москва

У части читателей журнала ещё остались "в строю" приобретённые лет двадцать назад электронные приборы, питающиеся от сети ~230 В, 50 Гц. К примеру, на дачах. В те годы бюджетные модели микроволновых печей, электронных часов и т. п. с цифровой индикацией отсчёта времени зачастую не имели задающего генератора (ЗГ) стабильной частоты. В роли тактовой использовалась частота сети. Переменное напряжение с понижающей вторичной обмотки сетевого трансформатора через выпрямительный диод подавалось на вход усилителя-формирователя на транзисторе, включённого по схеме с ОЭ. С его выхода сигналы уже в виде прямоугольных импульсов частотой 50 Гц поступали на вход счётного блока. Конечно, точность отсчёта времени оставляла желать лучшего. За сутки уход мог достигать нескольких минут. В журнале "Радио" был опубликован ряд статей по доработке таких приборов с применением узла ЗГ с кварцевым резонатором и счётчиками-делителями. Автор предлагает свой вариант, схема которого приведена на **рисунке**.



Узел выполнен в виде автономного модуля на "часовой" микросхеме DD1 К176ИЕ12. Он был встроен в микроволновую печь FUNAI MO888TT. На двух имеющихся в микросхеме логических элементах "НЕ" собран несимметричный мультивибратор. Кварцевый резонатор ZQ1 РГ-06 768 кГц и конденсатор C1 (для точной установки частоты) обеспечивают положительную ОС. Для получения устойчивой генерации введена ООС через резистор R1. Штатный усилитель-ограничитель был демонтирован, затем провода питания и выхода тактовой частоты 50 Гц от модуля подключены к соответствующим контактным площадкам платы печи. При отсутствии генерации следует подобрать резистор R1.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Казак FM" с 7 февраля начала вещание в г. Алексеевке на частоте 88,9 МГц. "Казак FM" — российская региональная радиостанция с центром вещания в г. Краснодаре. Основу её эфира составляют песни, а также познавательные и развлекательные программы, отражающие кубанский колорит (источник — URL: **https://vk.com/radio.tv_31?w=wall-83427404_17835** (25.02.20)).

БУРЯТИЯ. По информации филиала ФГУП РТРС "РТПЦ Республики Бурятия", с 1 февраля 2020 г. введены в эксплуатацию десять радиопередатчиков аналогового вещания программы "Радио России" с региональными вставками государственной телерадиокомпании "Бурятия", установленные в населённых пунктах Бабушкин, Жемчуг, Кырен, Мухоршибирь, Наушки, Николаевский, Санага, Турка, Хоронхой, Цолга. При этом вещанием будут охвачены 30 населённых пунктов.

Ранее, 11 ноября 2019 г., началось аналоговое радиовещание программы "Радио России" с 28 передатчиков и охватом 89 населённых пунктов (источник — URL: **https://egov-buryatia.ru/mintrans/press_center/news/detail.php?ID=57844** (25.02.20)).

С 21 февраля началось вещание радиостанции "Буряад FM" в Кижингинском районе на частоте 102,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/kizhinga_online?w=wall-64536783_39676** (25.02.20)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. С 29 января в г. Череповце на частоте 87,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио Дача" (источник — URL: **https://vk.com/rtrs_vologda?w=wall-38848202_691** (25.02.20)).

Со 2 марта в г. Череповце на частоте 87,5 МГц начала работать радиостанция DFM (источник — URL: **https://vk.com/rtrs_vologda?w=wall-38848202_702** (25.02.20)).

18 февраля в г. Вологде появилась радиостанция "Радио Книга" на частоте 92,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/rtrs_vologda?w=wall-38848202_697** (25.02.20)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Наше радио" с 21 февраля начала вещание в городах Новохопёрске на частоте 91,1 МГц и Борисоглебске на частоте 100,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/nasheradiovrn?w=wall-67066193_4032** (25.02.20)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. Депутаты Законодательного Собрания Иркутской области настаивают на разработке и принятии в регионе программы по развитию цифровизации в отдалённых населённых пунктах Приангарья. Об этом было заявлено на совещании "Об обеспеченности жителей Иркутской области услугами связи, телерадиовещания, банковского обслуживания и другими электронными сервисами", которое прошло на площадке областного парламента под руководством председателя Заксобрания Сергея Сокола.

"Почти в 170 населённых пунктах региона отсутствует мобильная сотовая связь", — сообщил Сергей Сокол.

Как рассказал директор филиала РТРС "Иркутский ОРТПЦ" Александр Сгребный, сегодня большинство жителей Иркутской области обеспечены цифровым телевидением и имеют возможность бесплатно смотреть 20 общедоступных телеканалов. Вместе с тем, почти 3 % населения региона "цифрой" не обеспечены.

Он добавил, что "Иркутский ОРТПЦ" ведёт работу и по развитию радиовещания. В минувшем году на территории области были установлены 30 передатчиков для приёма сигнала "Радио России" в FM-диапазоне (источники — URL: **http://www.irk.gov.ru/events/news/detail.php?ID=28737&PAGEN_2=2** и **http://baik-info.ru/deputaty-zs-podgotovyat-obrashchenie-o-razvitii-cifrovogo-tv-v-priangare** (25.02.20)).

КАРЕЛИЯ. К сети вещания радиостанции "Такси FM" в середине февраля на частоте 102 МГц присоединился г. Сегежа (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7100.htm** (25.02.20)).

КОМИ РЕСПУБЛИКА. 10 февраля в полночь по московскому времени филиал РТРС "РТПЦ Республики Коми" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в населённых пунктах: Айкино — на частоте 102,1 МГц, Емва — на частоте 102,8 МГц, Мордино — на частоте 103,5 МГц, Объячево — на частоте 102,5 МГц. Мощность передатчиков — 100 Вт. Трансляция программ ведётся в режиме моно ежедневно в течение 20 ч в сутки с 05:00 до 01:00 по московскому времени.

Эфирная трансляция радиостанции в указанных населённых пунктах в диапазоне OIRT (65,9...74 МГц) была прекращена 10 февраля с 01:00 по московскому времени.

1 марта в 05.00 по московскому времени филиал РТРС "РТПЦ Республики Коми" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в г. Воркуте на частоте 103,7 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Трансляция программ ведётся в режиме "Моно" ежедневно в течение 20 ч в сутки с 05.00 до 01.00 по московскому времени. Эфирная трансляция этой радиостанции на частоте 68,6 МГц прекращена 1 марта в 01.00 по московскому времени (источник — URL: **https://komi.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachinaet-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-vorkute/** (25.02.20)).

"Радио Шансон" с 20 февраля звучит в столице Республики Коми городе Сыктывкаре. Популярная радиостанция страны с этого дня доступна на частоте 90,4 МГц. Символично, что эфир стартовал ровно в 9.04 по местному времени (источник — URL: **https://vk.com/radioshansonfm?w=wall-29892348_148733** (25.02.20)).

КУРГАНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "DFM" временно прекращает вещание на территории Курганской области (частота 100,7 МГц) в связи с переоформлением разрешительной документации на другое предприятие. Возобновление вещания ориентировочно запланировано на конец марта или начало апреля.

КУРСКАЯ ОБЛ. В понедельник 10 февраля радиостанция "Наше Радио" начала своё вещание в новых районах Курской области: пгт Черемисиново (частота вещания —98,6 МГц), г. Мантурово (частота вещания — 101 МГц), г. Рыльск (частота вещания — 107,4 МГц), село Скороднево (частота вещания — 101,3 МГц) и село Солдатское (частота вещания — 103,9 МГц) (источник — URL: **https://nsn.fm/regions-of-russia/nashe-radio-stalo-dostupno-v-novyh-regionah-kurskoi-oblasti** (25.02.20)).

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. С 7 февраля в г. Ельце на частоте 89,3 МГц началась работа радиостанции "Первое сетевое" (источник — URL: **https://vk.com/official_pervoesetevoe?w=wall-93328626_18898** (25.02.20)).

МАГАДАНСКАЯ ОБЛ. В г. Магадане вновь можно слушать одну из самых популярных радиостанций страны — "Русское радио". Вещание на частоте 107,1 МГц начала единственная частная телерадиокомпания Магаданской области медиахолдинг "Карибу". Пока вещание осуществляется в тестовом режиме, однако уже скоро "Русское радио" в Магадане станет максимально полезным для радиослушателей областного центра: появятся местные новости, магаданская погода, реклама от местных рекламодателей (источник — URL: **http://govoritmagadan.ru/vse-budet-horosho-russkoe-radio-na-chastote-107-1-fm-nachal-veshhat-mediaholding-karibu-v-magadane/** (25.02.20)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. 20 января филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Книга" в городах Новосибирске и Бердске. В эфире станции будут звучат захватывающие рассказы и любопытные фрагменты из поэм, романов и повестей.

Трансляция ведётся круглосуточно на частоте 93,2 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. "Радио Книга" стало двадцать первым радиоканалом, транслируемым со станции РТРС в Новосибирске (источник — URL: **https://novosibirsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-programm-radio-kniga-v-novosibirske-i-berdske/** (25.02.20)).

С 21 февраля на частоте 96,6 МГц в Новосибирске начала вещание радиостанция "Серебряный Дождь", которая существует в России уже более 25 лет. Первые две недели, по существующей традиции станции, будут транслироваться звук дождя, а с 6 марта в эфир начнут выходить московские программы. Время от времени звук осадков

Примечание. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

прерывает женский голос: "Скоро на 96,6 FM будет идти "Серебряный Дождь" (источники — URL: **https://runews24.ru/novosibirsk/21/02/2020/bfc6141a7039ae396860b47162cdf8f2** и **https://newsib.net/novosti/v-novosibirske-nachalsya-serebryanyj-dozhd-na-chastote-966fm.html** (25.02.20)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. К сети вещания радиостанции "Радио Дача" в середине февраля присоединились г. Сорочинск и пос. Новосергиевка. Частота вещания в Сорочинске — 103,5 МГц, в Новосергиевке — 107,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7128.htm** (25.02.20)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 1 февраля филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" со вставками региональных программ ГТРК "Пермь" на частоте 101,5 МГц в селе Уинское.

Трансляция "Радио России" на частоте 69,38 МГц на территории Уинского района прекращена (источник — URL: **https://perm.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-sele-uinskoe/** (25.02.20)).

7 февраля филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" со вставками региональных программ ГТРК "Пермь" на частоте 101,7 МГц в посёлке Ильинский и одновременно была прекращена трансляция этой радиостанции на частоте 68,93 МГц.

Всего РТРС планирует установить современное радиопередающее оборудование в 21 населённом пункте Пермского края (источник — URL: **https://perm.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-poselke-ilinskiy/** (25.02.20)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. В середине февраля стартовало вещание радиостанции "Love Radio" в г. Партизанске на частоте107,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7098.htm** (25.02.20)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. С 20 января радиостанцию "Атаман FM" можно слушать в г. Сальске на частоте 88 МГц. Пока вещание идёт в тестовом режиме (источник — URL: **https://vk.com/atamanfm?w=wall-174069956_222** (25.02.20)).

С 30 января радиостанция "Дорожное Радио" в эфире г. Каменск-Шахтинский на частоте 104,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/rtvkamensk?w=wall-69736014_790** (25.02.20)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. В первой декаде февраля в г. Самаре началось вещание "Радио Книга" на частоте 100,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/samara_fmtv?w=wall-18663493_46410** (25.02.20)).

САХА РЕСПУБЛИКА/ЯКУТИЯ. Запуск в Якутии мощного цифрового радиовещания обсудили в феврале на совещании Мининноваций республики с ФГУП "Российская телевизионная и радиовещательная сеть". В настоящее время мощное радиовещание прекращено на всей территории России. Радиостанция № 1, обеспечивавшая трансляцию радиопередач НВК "Саха" на арктические и северные территории республики, была законсервирована в апреле 2018 г. Радиовещание осуществляется только в пределах населённых пунктов в УКВ-диапазоне (источник — URL: **https://news.ykt.ru/article/97205** (25.02.20)).

От автора рубрики: *На форумах открыто называют этот проект "радиосказкой", он обсуждается уже несколько лет без видимых сдвигов. При этом ни разу не поднимался вопрос, откуда у населения республики появятся DRM-приёмники, чтобы принимать эти трансляции. Наша промышленность их не выпускает и даже не ведёт разработок в этой области.*

САХАЛИНСКАЯ ОБЛ. В г. Южно-Сахалинске с 1 февраля началось вещание радиостанции "Искатель" на частоте 91,5 МГц (источник — URL: **https://radioiskatel.ru/all-news/radio-iskatel-poyavitsya-v-yuzhno-saxalinske/** (25.02.20)).

14 февраля филиал РТРС "Сахалинский ОРТПЦ" завершил проект модернизации сети вещания "Радио России" в Сахалинской области. В 08.00 по местному времени на частоте 102,1 МГц заработал радиовещательный передатчик в г. Невельске.

Сейчас в области действует сеть из 40 передатчиков "Радио России". Она охватывает сигналом более 90 % радиослушателей, проживающих во всех муниципальных образованиях региона.

Старые передатчики, работавшие на радиочастотах от 66 до 74 МГц, выведены из эксплуатации. Филиал заменил их на передатчики, вещающие в стандарте в частотном диапазоне 87,5...108 МГц.

Основные работы по модернизации сети "Радио России" прошли в 2019 г., когда филиал ввёл в эксплуатацию 34 передатчика. Региональные врезки ГТРК "Сахалин" в эфирной сетке программ "Радио России" выходят в эфир по будням с 07.10 до 08.00, с 11.10 до 12.00 и с 16.45 до 17.00; в субботу — с 08.10 до 09.00; в воскресенье — с 11.10 до 12.00 (время везде указано местное) (источник — URL: **https://sakhalin.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-polnostyu-perevel-veshchanie-radio-rossii-na-sakhaline-i-kurilskikh-ostrovakh-v-fm-diapazon-/** (25.02.20)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля любимые песни "Радио Шансон" в г. Смоленске можно услышать, настроив радиоприёмники на частоту 91,3 МГц (источник — URL: **https://radioshanson.ru/news/radio-shanson-teper-zvuchit-v-smolenske** (25.02.20)).

ТАМБОВСКАЯ ОБЛ. В г. Тамбове с 14 февраля началось вещание радиостанции "Радио Книга" на частоте 107,9 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://vk.com/fmtv68?w=wall-109367953_2415** (25.02.20)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Monte Carlo" начинает вещание в г. Тюмени на частоте 90,4 МГц с 4 февраля. Станция — один из лидеров формата современной музыки. В эфире представлена музыка мирового класса: классика джаза, поп- и рок-музыки, инструментальные и классические композиции, а также проверенные хиты разных времён и самые лучшие новинки (источник — URL: **http://fm72.ru/novosti/1073/** (25.02.20)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. Сразу в четырёх городах Челябинской области 14 февраля начало вещать "Радио России". В курсе местных новостей — почти 180 тыс. человек. Это — жители Аши (частота вещания — 102,8 МГц, мощность передатчика — 30 Вт), Верхнего Уфалея (частота вещания — 103,6 МГц, мощность передатчика — 30 Вт), Сатки (частота вещания — 100,4 МГц, мощность передатчика — 30 Вт) и Новобурино (частота вещания — 100,2 МГц, мощность передатчика — 100 Вт). И это только начало. Через месяц "Радио России" запустят ещё в четырёх сёлах и городах. А в конце года ещё в двенадцати. При этом вещание радиопрограммы "Радио России" на частоте 70,82 МГц в Новобурине прекращено (источник — URL: **https://www.cheltv.ru/est-kontakt-radio-rossii/** и **https://chelyabinsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-v-ashe-satke-verkhnem-ufalee-i-novoburine/** (25.02.20)).

ЧЕЧНЯ. В феврале радиостанция "Авторадио" зазвучала в г. Грозном. В столице Чеченской Республики, где сегодня проживает свыше 300 тыс. человек, радиостанция вещает на частоте 91,7 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/18223** (25.02.20)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. В г. Новом Уренгое с 23 февраля началось вещание радиостанции "Искатель" на частоте 105,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/25kadr_recklama?w=wall-157566005_775** (25.02.20)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

КАЗАХСТАН. К сети вещания радиостанции "Love Radio" присоединился г. Костанай, частота вещания — 101,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7098.htm** (25.02.20)).

ЭСТОНИЯ. Ранее мы уже сообщали о трудной ситуации, в которой оказалась радиостанция "Радио Эли" (религиозная, основной партнёр — "ТрансМировое радио"). Партнёр принял решение прекратить свои трансляции на средних волнах с 1 января, а его плата составляла весомую часть бюджета.

Вещание "Радио Эли" было сокращено до минимума, и даже существовала угроза его полного прекращения.

Появившееся объявление радует тем, что "... На сегодняшний день нам удалось зарегистрировать самостоятельную организацию "Радио Эли". Видимо, на девятнадцатом году служения нам приходится становиться совершеннолетними и начинать самостоятельную жизнь. Учимся вести документацию, искать партнёров по служению, вести переговоры, контактировать с жертвователями...". Станция увеличивает часы присутствия в эфире, частота вещания — 1035 кГц (источник — URL: **http://radioeli.ru/?p=3465** (25.02.20)).

Хорошего приёма и 73!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 4, 2020

Объёмный звук — следующий шаг

А. КИРЕЕВ, ст. Лысогорская Ставропольского края



Автор статьи делится своим решением по реализации объёмного многоканального звука. Мнение редакции не во всём совпадает с мнением автора, тем не менее мы публикуем эту интересную статью в авторском варианте.

Свою статью я хотел бы посвятить Юрию Александровичу Вознесенскому и Геннадию Кузьмичу Клименко — авторам книги "Квадрафония", вышедшей в свет в 1979 г. [1].

В начале 90-х мне, ещё юнцу в области электроники и звука, попала в руки эта книжка и зародила юношеские идеи, которые на долгие годы я был вынужден отложить пылиться на полку до поры до времени. В те далёкие годы я понимал, что реализация подобных идей мне не по силам и тем более не по карману. Проходили годы, менялась и развивалась технология, а юношеская мечта всегда оставалась мечтой, хоть и давно заброшенной на пыльную полку. Теперь, четверть века спустя, я решил возродить некогда заброшенную юношескую идею, сделать из своей "сказки" нечто осязаемое. Ибо теперь я могу реализовать то, что тогда было мне не под силу и не по карману.

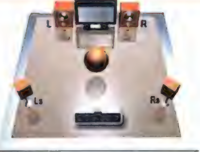
Объёмный звук и его развитие

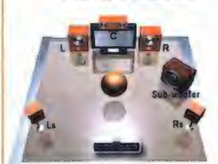
Со времён изобретения фоноавтографа Эдуаром Леоном Скоттом де Мартенвилем в 1857 г. многие годы (до 1930-х годов) цивилизация наслаждалась монофоническими записями на грампластинках, пока в филадельфийской Академии музыки не появилась на свет первая стереофоническая запись на восковом диске. Теперь мы не просто слышали музыку, но и ощущали эффект присутствия. Шли годы, и стерео перешло с грампластинок на магнитные ленты, а с появлением цифровых технологий стерео успешно перешло на CD. Последний известный многим прорыв в области звуковоспроизведения произошёл с появлением на свет DVD и домашних кинотеатров, мы перешли от монофонии и стерео к объёмному звуку (**рис. 1**). За многие годы звуковоспроизведение пошло в сторону увеличения каналов, разделяя звук на НЧ, СЧ, ВЧ и создания многополосных акустических систем, а также создания сабвуферов как отдельного класса, и привычное 2.0 переродилось в 2.1. А с появлением DVD потребовалось очередное увеличение каналов звуковоспроизведения, и появилось 5.1, которое развилось в 7.1 и дальше в 10.2, 16.2, 22.2 [2]. Так куда мы идём? Куда развиваемся? Что будет дальше — 30.6, 100.10, 1000.500, XXXX.XXX?













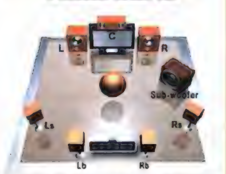


Рис. 1

Давайте остановимся и подумаем

Многие теоретики и практики связывают восприятие звуков человеком с теорией, описываемой "бинауральным эффектом", по аналогии с бинокулярным зрением, так как у нас два глаза и два уха [3, 4]. На этой теории основаны все разработки, известные как Dolby Stereo, Dolby Digital, Dolby Surround, Dolby Pro Logic, Dolby TrueHD и т. д., а также разработки других не менее именитых компаний [5]. Но есть один парадокс, о котором никто из сторонников бинауральной теории не задумывается, он — из области геометрии. Как на основании двух точек создать в пространстве объёмную фигуру?

Это невозможно. На основании двух точек вы сможете создать только отрезок или линию, но никак не сможете создать ни плоскость, ни тем более объёмную фигуру. На основании трёх и более точек вы можете создать простейшую фигуру и плоскость, а простейшую объёмную фигуру можно создать только на основании минимум четырёх и более точек. Это неоспоримо, как $2 \times 2 = 4$.

Именно поэтому автор в корне не согласен с бинауральной теорией, так как она не способна посредством двух точек восприятия объяснить то, что реально слышит и воспринимает человек. Я не медик и не физиолог и не могу объяснить, как на самом деле работает наше восприятие звуков. И даже те, кто

считает, что они знают всё об этом, ошибаются.

Постараюсь объяснить свою точку зрения примитивно — "на пальцах", посредством эксперимента над самим собой, который может повторить любой желающий. Для этого нам понадобится любое место, наполненное различными звуками — в городе или на природе, промзоне или офисе — совершенно безразлично. А теперь предлагаю просто расслабиться, закрыть глаза и просто слушать, оставаясь неподвижно. Несколько минут послушать всё и вся, что происходит вокруг, все шумы и звуки. Попробуйте, ничего не делая, послушать все окружающие звуки и определить, откуда они исходят. Не открывая глаз, повернитесь в одну сторону, потом в другую, пошаркайте ногами. Не меняя положения головы, поднимите руки, пощёлкайте пальцами на разных уровнях и перед собой. Попытайтесь мысленно определить, откуда какой звук исходит. Не получилось с первого раза, попробуйте ещё раз.

Любой человек, не страдающий серьёзными проблемами со слухом, способен определять в трёхмерном пространстве источники звука и их положение в этом самом трёхмерном пространстве. Любой человек может определять направление источника звука не только слева или справа, но и спереди или сзади, сверху или снизу. Такими нас сделала природа, наше восприятие звуков превосходно работает в трёхмерном пространстве, и бинауральная теория не в состоянии этого объяснить посредством двух точек и фазовых смещений. Мы воспринимаем звуки более чем двумя точками, иначе мы не могли бы определять направление звука в трёхмерном пространстве.

А теперь посмотрите на знакомые нам системы звуковоспроизведения (**рис. 2**). Все эти системы не являются системами объёмного звучания — это плоскости, и все звуковые эффекты здесь возможны только в пределах плоскости, сколько бы каналов воспроизведения мы не добавляли. Всё, что вы считали объёмным звуком, — это обман, спецэффект и не более того. А чтобы создать реальную объёмную систему звуковоспроизведения, мы должны выйти за пределы плоскости к реально объёмному пространству (**рис. 3**).

И здесь мы видим, что для создания простейшей объёмной фигуры тетраэдра нам нужно минимум четыре вершины, для пирамиды — пять, для куба — восемь. То есть, для того, чтобы создать минимальную систему объёмного звуковоспроизведения, нам



Рис. 2

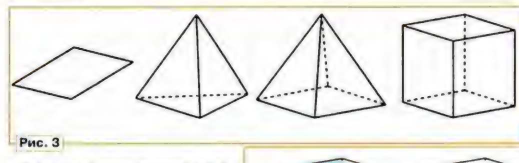


Рис. 3

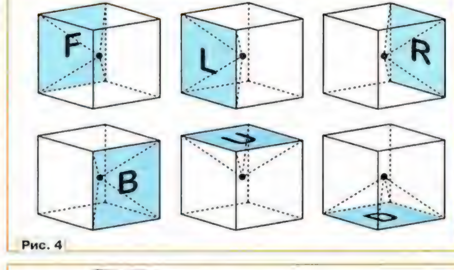


Рис. 4



Рис. 5

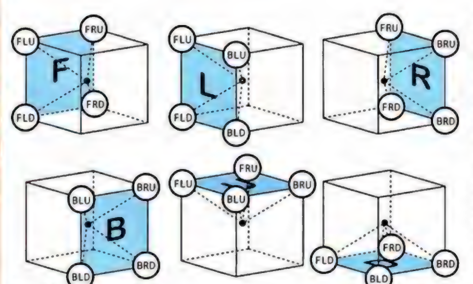


Рис. 6

Channel Index			Channel name	Предлагаемая схема
MP3/WAV/FLAC	DTS/AAC	Vorbis/Opus		
0	1	0	Front Left	1-Front Left Down (FLD)
1	2	2	Front Right	2-Front Right Down (FRD)
2	0	1	Center	3-Front Left Up (FLU)
3	5	7	Subwoofer Frequency	4-Front Right Up (FRU)
4	3	3	Rear Left	5-Back Left Down (BLD)
5	4	4	Rear Right	6-Back Right Down (BRD)
6	6	5	Alternative Rear Left	7-Back Left Up (BLU)
7	7	6	Alternative Rear Right	8-Back Right Up (BRU)

нужна минимум четырёхканальная система записи и воспроизведения, а самым правильным решением будет куб либо параллелепипед с восемью вершинами, так как именно такая фигура идеально вписывается в пространство комнат и помещений. Значит, для получения реального 3D-звука нам нужны восьмиканальная система записи и воспроизведения и восемь акустических систем, расположенных по углам помещения (**рис. 4**). В лихие 90-е реализация такой системы для меня была попросту недостижимой. Тогда не было в доступности многоканальных систем, за исключением студийных многодорожечных, о которых простой сельский парень не мог даже и мечтать. Именно поэтому свою идею объёмной звукозаписи я вынужден был положить пылиться на полку.

Возрождение из пыли

Спустя годы, когда у многих уже есть компьютеры, домашние кинотеатры с системой 5.1, все считают это "крутым" объёмным звуком, а у меня всё это вызывает ухмылку. Все последние годы смотрю и удивляюсь — прошло столько лет, а никто так и не пришёл к этому простому геометрическому решению. Тогда, четверть века назад, у меня были достаточно веские причины положить свою идею пылиться на полку. Теперь, во времена компьютерного бума, я нашёл возможность довести свою идею до конца.

Первое, с чем столкнулся, — это то, что до сих пор все фонограммы пишутся на студиях в обычном стереорежиме, а всё остальное — только спецэффекты и не более того. Значит, для этого мне нужно самому записывать свои многоканальные фонограммы. Но оказалось, что все звуковые карты 5.1 и 7.1, хоть и могут воспроизводить многоканальный звук, записывать могут только обычное стерео, а производить звукозапись с нескольких звуковых карт проблематично. Пришлось искать нужное в среде профессионального многоканального звукозаписывающего оборудования. Многие годы такое оборудование было и остаётся не по карману любителю-экспериментатору, но времена меняются, и появляется то, что уже по карману. Alesis Io26 и MOTU UltraLite, показанные на **рис. 5**, — доступные решения для многоканальной записи, о которых когда-то можно было только мечтать.

Как реализовать

Теперь можно реально записать и воспроизвести восемь каналов звука, но остаётся вопрос: как это делать? К тому же это надо сделать с некоторой совместимостью с уже существующими форматами и стандартами записи и воспроизведения. Наиболее подходящий для этих целей формат ANSI/CEA-863-A, который позволит использовать для воспроизведения уже распространённые звуковые карты формата 7.1 (см. **таблицу**). Стандартные восемь каналов разделены на группы

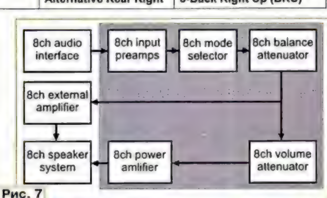
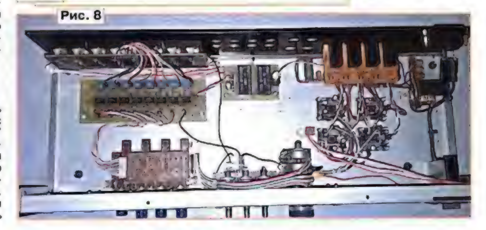
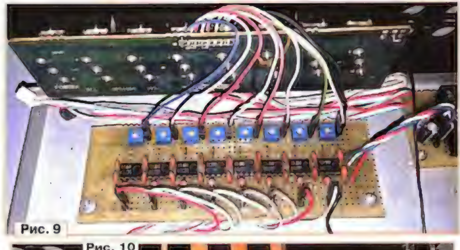
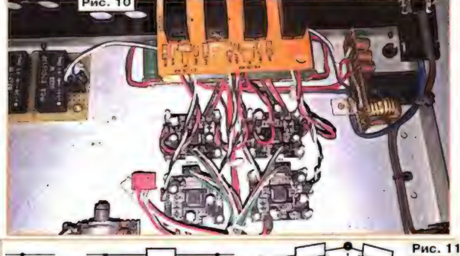


Рис. 7


Рис. 8


Рис. 9


Рис. 10

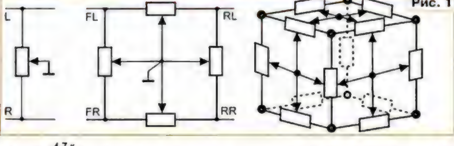


Рис. 11

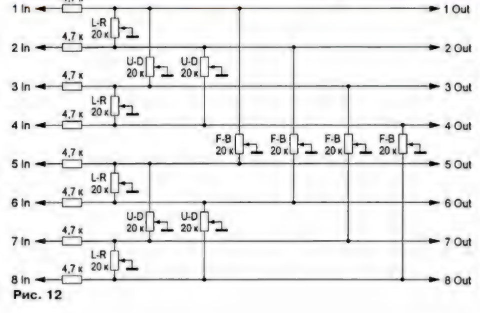


Рис. 12

Front/Back, Left/Right и Up/Down, каждый из восьми каналов имеет трёхзначное обозначение, и эти каналы уже формируют нужные нам плоскости в пространстве (**рис. 6**). Эта модель, в отличие от всем известных, не плоская, а уже объёмная и трёхмерная. Она и будет основой нашей системы. Остаётся только обзавестись восемью широкополосными акустическими системами, а также собрать восьмиканальную систему записи и восьмиканальную систему воспроизведения.

Система воспроизведения

Система воспроизведения построена по схеме, схожей с обычными аудиоресиверами, и расширена до восьми каналов. Её блок-схема приведена на **рис. 7**. Экспериментальный образец собран в корпусе от микшера Fostex 2016, его внешний вид показан на **рис. 8**. Входной каскад собран на ОУ КР140УД708 (**рис. 9**). Выходной каскад собран на бюджетных УМ PAM8610 класса D. 5...10 Вт мощности было достаточно для экспериментов. Внешний вид УМ показан на **рис. 10**. Справа виден входной фильтр питания. Слева — DC-DC преобразователь с гальванической развязкой для питания усилителей.

3D-регулятор баланса

Типичную схему регулировки баланса между каналами пришлось также модернизировать. За основу берётся четырёхканальная модель, широко используемая в автозвуке, и преобразуется в трёхмерную, где средние точки всех плоскостей сходятся на один общий провод. Она приведена на **рис. 11**. Её собирают по схеме на **рис. 12**. Конструктивное решение в виде отдельного модуля показано на **рис. 13**. Для того чтобы его собрать, пришлось обзавестись токарным станком и выточить некоторые детали самому.

Блок коммутации

Схема блока приведена на **рис. 14**. Изначально он задумывался для унификации с обычными системами и возможности воспроизведения обычных форматов 2.0 и 5.1 в пределах моей трёхмерной восьмиканальной модели. Как видно из схемы, блок имеет четыре режима коммутации каналов:

2.0 — для совместимости со стереозаписями, где не используется задний план;

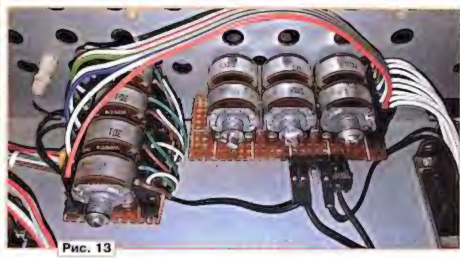
2.0 Extra — расширенное стерео с использованием заднего плана;

5.1 — трансформация звука 5.1 в восьмиканальный (заложен на будущее);

8.0 — непосредственно режим с восемью независимыми каналами.

В режиме "2.0" используются фронтальные две левые и две правые АС, что полностью повторяет обычный стереоэффект на четырёх фронтальных АС. В режиме "2.0 Extra", помимо фронтальных, задействованы тыловые АС, четыре левые и четыре пра-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 13

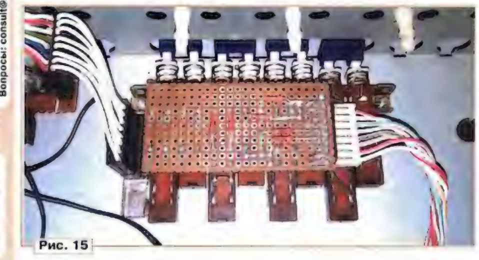
вые, что позволяет получить восприятие стерео, схожее с головными телефонами. В режиме "5.1" фронтальные и тыловые каналы коммутируются на аналогичные пары, а центр и вуфер распределяются между фронтальными АС. Ну, а в режиме "8.0" мы получаем все каналы независимыми друг от друга. Этот модуль показан на **рис. 15**, со временем к нему будут добавлены "обвязка" для совместимости с другими форматами и выход на внешний усилитель.

Система записи

Теперь остаётся записать живой звук в нужном нам формате, для того чтобы всё это ожило и дало ожидаемый эффект. В основе мобильной системы записи применён MOTU UltraLite mk2, в

1 In
2 In
3 In
4 In
5 In
6 In
7 In
8 In
Ext 100 к
Ext 100 к
Woofer 100 к
Center 100 к
R
All R 1...10 к
2.0
2.0 Ext
5.1
8.0
1 Out
2 Out
3 Out
4 Out
5 Out
6 Out
7 Out
8 Out

Рис. 14


Рис. 15

стационаре — Terratek EWS88MT. В качестве ПО — бесплатный Audacity. Первая модель 3D-микрофона, фото которого приведено на **рис. 16**, к моему сожалению, дала результат далёкий от ожидаемого.

Одно дело собрать восемь микрофонов в некую конструкцию, совсем другое — изолировать микрофоны друг от друга, заставить каждый из микрофонов слышать только свою зону и не слышать ничего другого. Иначе для получения нужного эффекта при воспроизведении записанный звук придётся подвергнуть цифровой обработке, а это добавит ещё дополнительные проблемы с разработкой своего собственного софта.

И вот тут прогресс затягивается, готовых фонограмм в подобном формате в мире пока не существует, запи-



Рис. 16

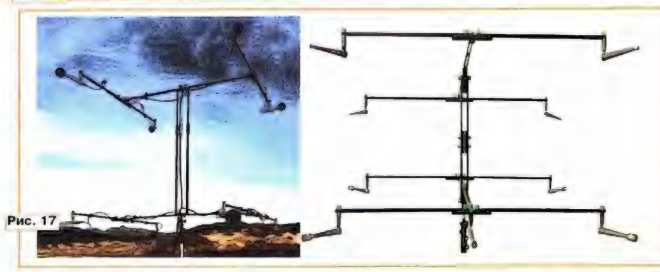


Рис. 17

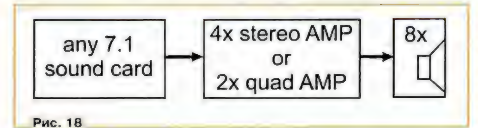


Рис. 18

сать подобную фонограмму с достаточным качеством тоже проблематично, остаётся и дальше заниматься изысканиями.

В заключение

Пока я делал свой блок воспроизведения, в Германии компания Microtech Gefell уже сделала систему 3D-записи M Cube, показанную на **рис. 17** [6]. Желающие собрать подобную систему могут использовать более простую схему без блока коммутации режимов и регулятора баланса каналов, приведённую на **рис. 18**. Для этого понадобится любая звуковая карта как минимум с восемью аналоговыми выходами, а это все карты с поддержкой 7.1 как внешние, так и интегрированные. Четыре обычных стереоусилителя или два автомобильных четырёхканальных, а также восемь одинаковых широкополосных акустических систем или четыре пары обычной стереоакустики. Сателлиты от систем 5.1 и 7.1 использовать можно, но у них отсутствуют низкие частоты. Ресиверы 5.1 и 7.1 тоже не подойдут, так как у них не все каналы имеют одинаковую АЧХ и встроенные DTS-процессоры будут только мешать. К звуковым картам особых требований нет, почти все карты, даже на низкочастотный выход для сабвуфера, выдают полный частотный диапазон (проверял лично), но вполне возможно, что для некоторых "продвинутых" карт придётся принудительно отключать все программные фильтры и DTS-обработчики, чтобы они не мешали.

Для проверки системы могу предложить свои тестовые семплы в WAV-формате, которые без проблем воспроизводятся как MediaPlayerClassic, так и всем известным WindowsMedia Player (WAV семплы).

Не считаю себя специалистом по звукозаписи и созданию спецэффектов и приму любую помощь в создании фонограмм в таком многоканальном формате. А для тех, кто отважится заниматься самостоятельно созданием фонограмм в таком формате, могу дать некоторые рекомендации по настройке системы.

Для включения многоканального режима в Audacity, в настройках, помимо выбора "Устройства WASAPI", надо в параметрах "Импорт/Экспорт" опцию "Микс в стерео или моно" переключить в "Выполнить заданное микширование", после чего Audacity позволит сохранять многоканальные семплы, а не только стерео. Моя MOTU UltraLite по умолчанию в Windows создаёт четыре стереоустройства, чтобы её заставить работать в режиме 7.1 в утилите MOTU Audio Console выбираю Phone Assignment как "Phone 1-2", а Main Out Volume как "7.1 Analog 1-8", после чего четыре стереоустройства исчезают, и появляется одна восьмиканальная MOTU Analog.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вознесенский Ю. А., Клименко Г. К.** Квадрафония. — М.: Энергия, 1979. — URL: **www.radiolamps.ru/library/mrb/mrb-0986.html** (10.03.20).

2. Surround sound. — URL: **https://en.wikipedia.org/wiki/Surround_sound** (10.03.20).

3. Sound localization. — URL: **https://en.wikipedia.org/wiki/Sound_localization** (10.03.20).

4. Термен-центр. Центр электроакустической музыки. — URL: **asmir.info/lib/acoustics6.htm** (10.03.20).

5. Dolby Laboratories. — URL: **https://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Laboratories** (10.03.20).

6. Highlight 2019 — M Cube — Microphone System for 3D recordings. — URL: **https://www.proaudio.de/en/news/recording/22367-microtech-gefell-news-3d-audio-en.html** (10.03.20).

Пробник для транзисторов

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Чтобы убедиться в исправности транзистора, зачастую бывает недостаточно проверить его p-n переходы с помощью мультиметра. Измерение коэффициента передачи тока базы с помощью мультиметра тоже не даёт однозначного ответа, исправен транзистор или нет. Поэтому радиолюбители часто используют для проверки транзисторов специализированные пробники. Наиболее просто сделать такое устройство на основе генератора

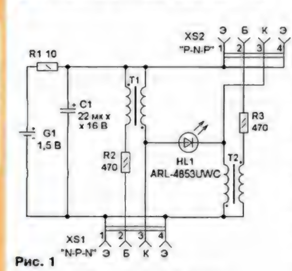


Рис. 1

Схема одного из вариантов пробника транзисторов показана на **рис. 1**. Пробник содержит источник питания — гальванический элемент типоразмера AAA, резистор R1, который ограничивает ток при возможном КЗ между элементами устройства, резисторы R2 и R3 — токоограничивающие в цепях баз проверяемых транзисторов. Трансформаторы T1 и T2 совместно с подключёнными транзисторами образуют блокинг-генератор. Для упрощения конструкции и уменьшения её размеров в пробнике отсутствуют выключатель питания и переключатель структуры (p-n-p или n-p-n) транзисторов. Поэтому напряжение питания постоянно поступает на светодиод и конденсатор C1, однако ток утечки через них мал.

При подключении транзистора структуры n-p-n получается блокинг-генератор, схема которого показана на **рис. 2** (нумерация элементов сохранена). Если транзистор VTx исправен и подключён правильно, генератор начинает работать и на коллекторе транзистора возникают импульсы повышенного напряжения, поступающие на светодиод HL1, который станет светить. Поскольку в приставке светодиод будет подключён к минусовой линии питания не напрямую, а через обмотку другого трансформатора T2, яркость его свечения будет немного меньше, чем без этого трансформатора. Таким образом, индикатором исправности транзистора VTx будет светящийся светодиод. При подключении транзистора структуры p-n-p получается аналогичный генератор.

Все элементы, кроме элемента питания, размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Её чертёж показан на **рис. 3**. Применены резисторы МЛТ, С2-23 и другие общего применения. Конденсатор — К50-35 или импортный, его ёмкость некритична и может быть в интервале 10...100 мкФ. Светодиод желательно применить синего или белого свечения повышенной яркости, поэтому он не станет светить при напряжении 1,5 В и, кроме того, при таком напряжении прямой ток через него мал. Диаметр корпуса светодиода — 3...5 мм. Трансформаторы намотаны на кольцевых магнитопроводах диаметром 8 мм и высотой 3,2 мм от КЛЛ. Намотка каждого из них — 20 витков вдвое сложенным проводом диаметром 0,18...0,2 мм. После намотки выводы соединяют с соответствии со схемой. На плате трансформаторы закреплены с помощью термоклея. Кстати, одиночные выводы трансформатора можно менять местами. Гнёзда XS1, XS2 — PBS-4 с прямыми выводами, их можно также отрезать от линейки разъёма серии PBS-40.

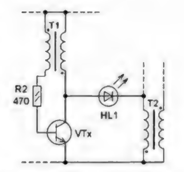


Рис. 2

Плата размещена в пластмассовом корпусе подходящего размера, она приклеена к его верхней части. После высыхания клея в плате и корпусе сверлят отверстия для гнёзд XS1 и XS2. В эти отверстия со стороны корпуса вставляют гнёзда и припаивают их к плате. Чтобы это получилось, толщина корпуса должна быть не более 1...1,5 мм. Удобно применить корпус, в котором можно разместить элемент питания. Подходящим оказался корпус размерами 55×45×15 мм от батарейного отсека на три элемента AAA от неизвестного устройства. Для подключения гальванического элемента использованы контакты (один из которых с пружиной) от батарейного отсека малогабаритного светодиодного газонного светильника. Затем проводят монтаж элементов и проверяют работоспособность устройства. Внешний вид платы в корпусе показан на **рис. 4**.

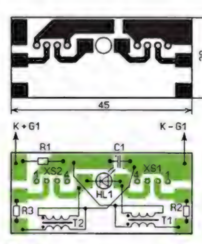


Рис. 3

На корпусе размещают шильдики, указывающие как вставлять транзисторы в гнёзда. Шильдики можно распечатать на принтере и "заламинировать" клейкой лентой. Внешний вид собранного устройства показан на **рис. 5**.

Если при подключении и отключении транзистора светодиод кратковременно вспыхивает, это свидетельствует о броске тока через трансформатор. Этот эффект означает, что транзистор подключён неверно или он неисправен. Кстати, так можно проверить исправность диодов и назначение его выводов, подключая его к контактам "Э" и "К" любого из гнёзд. Однако проверять диоды лучше традиционным способом с помощью мультиметра.

Следует отметить, что такой блокинг-генератор может работать и с некоторыми транзисторами, включёнными в инверсном режиме, т. е. когда функцию эмиттера выполняет коллектор и наоборот. В таком включении коэффициент передачи тока базы близок к единице, но и этого оказывается достаточно. Например, генератор работал с транзисторами (в инверсном включении) КТ361Г, КТ502Б, КТ342Б,

РАДИО®
ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2020

КТ645А, КТ3102Б, МП42Б, ГТ310Б, PN2907, но яркость свечения светодиода была существенно меньше. Транзисторы КТ503Г, ГТ404А, МП25А, PN2222 и некоторые другие работать в инверсном включении "отказались". Впрочем, это свойство могут иметь отдельные экземпляры. СВЧ-транзисторы проверять не рекомендуется. Дело в том, что может возникнуть самовозбуждение на высокой частоте, но светодиод при этом светить не будет.



Рис. 4



Рис. 5

Этим пробником можно проверять и транзисторы средней мощности (но не составные), однако не все из них могут работать в таком блокинг-генераторе. Что касается мощных и высоковольтных транзисторов, из-за малого напряжения питания и больших токов утечки блокинг-генератор может также не заработать.

***От редакции.** Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut имеется по адресу http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/test.zip на нашем FTP-сервере.*

Простой измеритель ЭПС конденсаторов

А. СТАРОВЕРОВ, г. Вологда

Несмотря на спад горячих споров и обсуждений в Интернете, связанных со схемными решениями измерителей ЭПС (ESR) оксидных конденсаторов, эта тема по-прежнему интересует читателей и авторов нашего журнала. Автор публикуемой ниже статьи разработал свой вариант такого измерителя.

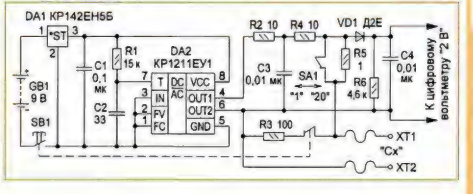
Существует огромное число различных вариантов измерителей эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС) конденсаторов. Автор предлагает ещё один, особенностью схемного решения которого являются малая погрешность и простота реализации. Кроме того, устройство может работать как приставкой к цифровому мультиметру, так и самостоятельным прибором. К недостатку данного измерителя следует отнести существенное потребление тока во время измерения.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В ....7...15
Ток потребления, мА 150
Интервал измерений ЭПС, Ом ....0...20
Погрешность измерений, %, не более:
в интервале 0...10 Ом 2
в интервале 10...20 Ом 5

Принципиальная схема измерителя представлена на **рисунке**. При нажатии на кнопку SB1 напряжение батареи GB1 9 В подаётся на вход стабилизатора DA1, собранного по типовой схеме включения на микросхеме КР142ЕН5Б. С его выхода стабильное напряжение питания, равное 6 В, поступает для питания измерителя. На элементах R1, C2 и микросхеме DA2 (КР1211ЕУ1) реализован генератор прямоугольных импульсов частотой около 100 кГц. Фильтр R2C3R4 обеспечивает приближение формы выходного сигнала к синусоиде. Диод VD1 выпрямляет, а конденсатор C4 сглаживает пульсации напряжения на входе вольтметра для измерения ЭПС. Резистор R3 снимает остаточный заряд с исследуемого конденсатора C_x перед измерением.

После подачи питания кнопкой SB1 на конденсаторе C_x возникает переменное напряжение частотой 100 кГц, которое соответствует значению ЭПС, однако зависимость имеет нелинейный характер и поэтому неудобна для измерений. Эта нелинейность напряжения достаточно точно компенсируется на участке 0,1...1 В соответствующей нелинейной характеристикой диода VD1, чем достигаются линейность и указанная погрешность измерений.



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Устройство не критично к параметрам компонентов. Микросхема КР142ЕН5Б может быть заменена на любой интегральный стабилизатор, обеспечивающий напряжение 6 В при токе нагрузки 150 мА. Диод VD1 — любой маломощный германиевый, например, серий Д2, Д9. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125. Конденсаторы — керамические или плёночные. Особые требования предъявляются к резистору R5: он не может быть проволочным, его фактическое сопротивление должно быть как можно ближе к номинальному (желательно, с точностью до сотых долей ома). Измерительные провода должны быть как можно короче и снабжены зажимами типа "крокодил" (XT1, XT2).

К налаживанию устройства следует подойти тщательно, так как оно существенным образом определяет точность измерения. Для этого понадобится образцовый резистор сопротивлением около 10 Ом, причём значение сопротивления желательно измерить с максимальной точностью (до сотых долей ома). На первом этапе параллельно резисторам R2 и R4 необходимо подключить подстроечные резисторы сопротивлением 40...100 Ом, включённые реостатом. Положения их движков при налаживании нужно менять одновременно. Вместо постоянного резистора R6 следует временно подключить подстроечный резистор сопротивлением 10 кОм.

Далее, подключив цифровой вольтметр (мультиметр) с пределом измерения 2 В и меняя положения движков подстроечных резисторов, необходимо добиться следующего.

Показания мультиметра при замкнутых накоротко измерительных выводах и разомкнутом переключателе SA1 должны быть равными 0,1 В, а при включении в цепь измерения образцового резистора сопротивлением 10 Ом (о его точности подбора сказано выше) и замкнутом переключателе SA1 показания мультиметра должны быть равными 1 В. После достижения необходимого результата измеряют значения сопротивлений введённой части каждого подстроечного резистора, отбирают из имеющихся постоянные резисторы наиболее близкого сопротивления и устанавливают вместо подстроечных. Сопротивления резисторов R2 и R4 после наладки не должны значительно отличаться. В случае использования устройства как приставки к цифровому мультиметру наладка на этом заканчивается.

Для измерений ЭПС в пределах от 1 до 20 Ом выключатель SA1 должен быть в замкнутом положении, а в пределах от 0 до 1 Ом — разомкнутом, при этом из показаний мультиметра необходимо вычесть 1 Ом.

Если планируется использование устройства как самостоятельного измерителя, последовательно с резистором R6 необходимо включить микроамперметр с током отклонения рамки 100...400 мкА, подобрав для него шунтирующий резистор соответствующего номинала таким образом, чтобы полное отклонение стрелки соответствовало значению ЭПС 20 Ом.

В случае, если устройство длительное время не использовалось, необходимо убедится в правильности показаний, замкнув накоротко измерительные провода, разомкнув переключатель SA1 и включив питание. Измерительный прибор в этом случае должен показывать 1 Ом. Как правило, отличие показаний связано с существенным разрядом батареи питания.

Устройство управления дежурным освещением

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Уходя из дома, следует проверить, не остались ли включёнными какие-либо электроприборы. Оставленный без присмотра работающий электроприбор будет не только бесполезно расходовать электроэнергию, но может выйти из строя или даже стать причиной пожара. Всё сказанное выше относится не только к осветительным и электронагревательным приборам, но также и к большинству бытовой техники, блоки питания которой постоянно подключены к сети, обеспечивая работу этой техники в дежурном режиме. Конечно, собираясь надолго уехать в отпуск или командировку, хороший хозяин проверит и перепроверит все электроприборы в доме, а также отключит воду и газ. Но иногда бывает так, что покидать квартиру или дом приходится в спешке, поэтому времени на то, чтобы проверить, отключены ли все электроприборы, просто нет. В этом случае очень удобен выключатель, с помощью которого можно обесточить весь дом (или квартиру), оставив подключёнными к сети лишь те электроприборы, которые требуют постоянного наличия питающего напряжения.

Описаний подобных схем электроснабжения довольно много в Интернете, например на You Tube-каналах, где электрики делятся опытом и предлагают свои услуги по монтажу систем электроснабжения. В принципе, создать такую систему можно в любой квартире или доме, достаточно от электрощита проложить отдельные линии к потребителям, питание которых не должно прерываться. К таким потребителям в квартире относится холодильник, а в частном доме с автономным отоплением, ещё и газовый котёл, и подключить эти линии в щите надо через автоматические выключатели. Для удобства отключения остальных линий в общий фазный проводник, питающий их автоматические выключатели, необходимо установить дополнительный рубильник или автоматический выключатель, с помощью которого и обеспечивается отключение квартиры или дома (понятно, что линии к приборам, питание которых не должно прерываться, должны быть подключены до этого рубильника).

Схема электроснабжения дачного дома автора, построенная по описанному выше принципу, приведена на **рис. 1**. Напряжение 230 В от воздушного ввода через автоматический выключатель QF1, служащий для отключения электропитания всего дома, поступает на электросчётчик PI1 и далее на устройство защитного отключения (УЗО) QF2 и двухполюсный автоматический выключатель QF3. Электросчётчик вместе с автоматическим выключателем QF1 находится в пластмассовом корпусе, установленном внутри дома и опломбированном энергоснабжающей организацией. При подключении электричества к новым домам энергоснабжающая организация требует установки электросчётчика на наружной стене дома или на опоре линии электропередач, но дачный дом автора старой постройки, поэтому данное требование на него не распространяется.

От автоматического выключателя QF3 получают питание система охранной сигнализации и устройство [1], обеспечивающее подогрев в зимнее время щита, в котором установлены блоки охранной сигнализации. УЗО QF2 обеспечивает защиту от поражения электрическим током, а также отключает напряжение, если ток утечки в ней превысит 30 мА. Одновременно с этим УЗО обеспечивает автоматическое отключение при замыкании фазного или нулевого провода на землю, так как система электроснабжения дома выполнена по системе TT (нулевой рабочий проводник отделён от защитного проводника PE и контура заземления). Применение системы TT было обусловлено плохим техническим состоянием питающей воздушной линии — значительный "перекос" фаз, ненадёжные контактные соединения линейных проводов, а также отсутствие повторного заземления нулевого провода на опорах линии приводили к появлению на нулевом проводнике по отношению к контуру заземления потенциала, достигавшего 40 В. В условиях дачного дома, а тем более при использовании электроприборов на улице такое напряжение является опасным для жизни [2]. Было очевидно, что значительно снизить напряжение на нулевом проводе

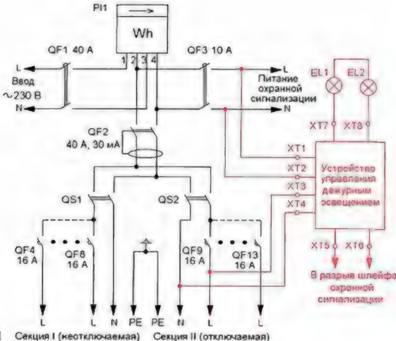


Рис. 1

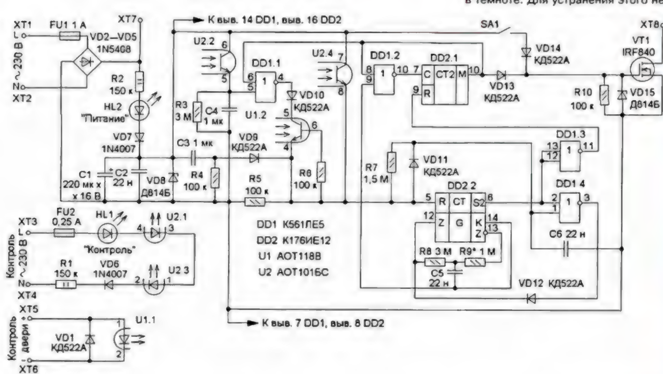


Рис. 2

при использовании только своего контура заземления невозможно, поэтому десять лет назад при реконструкции электропроводки дома автор принял решение отказаться от применения в качестве защиты зануления (система TN-C-S) и перейти на систему TT, использующую защитное заземление. Впоследствии в 2019 г. энергоснабжающая организация провела полную реконструкцию питающей линии, но систему TT решено было оставить как более надёжную в данных условиях по сравнению с системой TN-C-S.

Распределительный щит дома разделён на две секции — I (неотключаемую) и II (отключаемую). От секции I через автоматические выключатели QF4—QF8 получают питание холодильник, блок контроля уровня воды в напорном баке, устройство управления освещением [3], а также система громкой связи и теплоэлектровентилятор, которые управляются с помощью устройства [4]. К секции II через автоматические выключатели QF9—QF13 подключены все остальные потребители электроэнергии, имеющиеся в доме, а также баня и гараж. В качестве выключателей QS1 и QS2 использованы двухполюсные автоматические выключатели на ток 40 А, но можно использовать также выключатели нагрузки модульной конструкции (они внешне похожи на автоматические выключатели, но тепловой и электромагнитный расцепители в них отсутствуют), а также пакетные выключатели. Использование двухполюсных выключателей позволяет быстро локализовать неисправность в случае срабатывания УЗО, так как срабатывание может быть вызвано замыканием на землю как фазного, так и нулевого провода. Конечно, лучше использовать не одно, а два УЗО, каждое из которых отключает свою секцию (автор применил схему с одним УЗО исключительно из соображений экономии).

Предлагаемая система электроснабжения получилась достаточно надёжной и удобной в эксплуатации, но имеет один недостаток. Он обусловлен тем, что электрощит расположен не возле входной двери, а в отдельной комнате, поэтому при отключении выключателя QS2 освещение в помещении гаснет, и к выходу приходится идти в темноте. Для устранения этого недостатка существуют два очевидных решения: перенести выключатель QS2 непосредственно к входной двери или питать освещение на пути следования от секции I щита через выключатель, расположенный рядом с дверью. Однако в первом случае к выключателю QS2 необходимо проложить провода довольно большого сечения, а во втором случае освещение можно просто забыть выключить.

На взгляд автора, наиболее логичным решением этой проблемы является использование устройства, которое

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

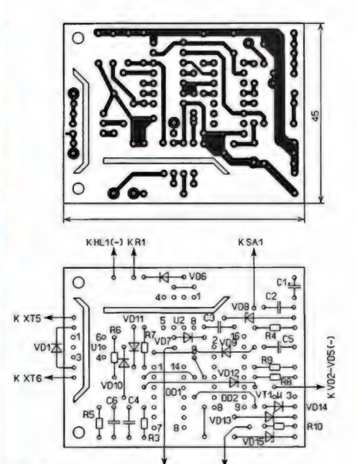


Рис. 3

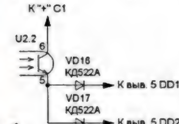


Рис. 4



Рис. 5

при отключении выключателя QS2 включит в помещении дежурное освещение, а через некоторое время автоматически отключит его. Также устройство должно решать и обратную задачу — включать дежурное освещение при открывании входной двери и отключать его при включении выключателя QS2. Описания устройств, позволяющих автоматически включать освещение при открывании двери, в журнале "Радио" публиковались неоднократно, например в [5], но эти устройства не позволяют полноценно решить описанную выше задачу. К тому же автору не хотелось устанавливать на двери дополнительный геркон, а воспользоваться герконом, входящим в систему охранной сигнализации.

Для решения задачи было разработано устройство управления, схема подключения которого к электросети выделена на рис. 1 красным цветом. Устройство питается напряжением 230 В (клеммы XT1, XT2), а в качестве нагрузки к нему подключены последовательно соединённые осветительные лампы EL1, EL2, одна из которых установлена над электрощитом, а другая — возле выхода из дома. Клеммы XT3, XT4 устройства подключены к отключаемой секции электрощита, а клеммы XT5, XT6 включены в разрыв шлейфа охранной сигнализации последовательно с герконом, размыкающим свои контакты при открывании двери. Работает устройство следующим образом. При входе в дом лампы EL1, EL2 включаются и светят до того момента, пока выключателем QS2 не будет подано напряжение на секцию II щита. Если выключатель QS2 не будет включён, то через шесть минут лампы выключатся. При отключении выключателя QS2 лампы также включаются и светят в течение шести минут вне зависимости от того, открыта дверь или нет, после чего автоматически отключаются. При срабатывании УЗО лампы также включатся на шесть минут, сигнализируя о срабатывании и одновременно подсвечивая помещение, что весьма полезно в тёмное время суток. Наконец, в случае замыкания в цепи, защищаемой автоматическим выключателем QF9, от которого получает питание освещение в доме, или отключения этого автоматического выключателя для проведения ремонтных работ лампы включатся, что позволит в случае местной аварии не остаться в полной темноте.

Схема устройства управления приведена на **рис. 2**. При подаче сетевого напряжения на зажимы XT1, XT2 на стабилитроне VD8 появляется постоянное напряжение около 9 В и конденсатор C3 начинает заряжаться через резисторы R4, R2. Во время зарядки этого конденсатора на выводе 5 микросхемы DD2 появляется высокий логический уровень, поэтому счётчик DD2.2 устанавливается в нулевое состояние и на его выводе 6 присутствует низкий логический уровень, а на выходе инвертора DD1.3 — высокий, поэтому счётчик DD2.1 также устанавливается в исходное состояние. Внутренний генератор микросхемы DD2 при этом работает, так как на выводе 1 элемента DD1.4 присутствует высокий логический уровень, а на выводе 3 — низкий.

Если напряжение в цепи контроля сети (клеммы XT3, XT4) отсутствует, а в цепи контроля двери (клеммы XT5, XT6) не протекает ток, то по истечении времени зарядки конденсатора C3 счётчик DD2.2 начинает работать и на выводе 6 счётчика появляется высокий логический уровень, который инвертируется элементом DD1.3 и разрешает работу счётчика DD2.1. На счётный вход этого счётчика через элемент DD1.2 поступа-

ют импульсы с вывода 14 микросхемы DD2, частота следования которых определяется сопротивлением резистора R9 и ёмкостью конденсатора C5. После поступления 39-го импульса на выходе счётчика DD2.1 (вывод 10) появится высокий логический уровень, а на выходе элемента DD1.2 — низкий логический уровень, и поступление импульсов генератора на вход счётчика прекратится. Одновременно с этим напряжение высокого логического уровня с выхода счётчика через диод VD13 поступит на затвор транзистора VT1 и откроет его, в результате чего включатся лампы EL1 и EL2.

После того как счётчик DD2.2 подсчитает 16384 импульса, на его выходе S2 (вывод 6) появится низкий логический уровень, что приводёт к появлению на выходе инвертора DD1.3 высокого логического уровня и установке счётчика DD2.1 в нулевое состояние, поэтому транзистор VT1 закроется и лампы EL1, EL2 погаснут. Так как на обоих входах элемента DD1.4 при этом будет присутствовать низкий логический уровень, высокий уровень напряжения с его выхода через диод VD12 поступит на вывод 12 микросхемы DD2 и заблокирует работу тактового генератора. В таком состоянии устройство может оставаться неограниченное время.

Конденсатор C6, который быстро заряжается через диод VD11 и медленно разряжается через резистор R7, служит для предотвращения "зависания" счётчика DD2.2 в момент появления на его входе R низкого логического уровня. Дело в том, что из-за различия в быстродействии микросхем и напряжений порога по окончании импульса сброса на обоих входах элемента DD1.4 может установиться низкий логический уровень, поэтому генератор счётчика DD2.2 будет заблокирован высоким логическим уровнем с выхода этого элемента и устройство "зависнет" в этом состоянии, не реагируя на какие-либо сигналы. Заряженный конденсатор C6 задерживает на выводе 1 элемента DD1.4 напряжение высокого логического уровня после окончания сигнала сброса. Этого времени достаточно для того, чтобы на выходе S2 счётчика DD2.2 появился высокий логический уровень.

Если дверь, ведущая в помещение, закрыта, то в цепи излучающего диода U1.1 оптопары U1 протекает ток и её фототранзистор U1.2 открыт, поэтому на выводе 5 микросхемы DD2 присутствует высокий логический уровень и счётчики микросхемы находятся в исходном состоянии. При открывании двери ток в цепи излучающего диода оптопары U1 прерывается и её фототранзистор закрывается, в результате чего после 39-го импульса тактового генератора лампы EL1, EL2 включатся и начнётся отсчёт временного интервала, в течение которого лампы будут включены (этот процесс был описан выше). При этом на выводе 6 элемента DD1.1 будет присутствовать высокий логический уровень, а на его выходе 4 — низкий, поэтому напряжение на коллекторе фототранзистора оптопары U1 будет отсутствовать и последующее закрывание двери не приведёт к отключению освещения.

При включении выключателя QS2 (см. рис. 1) на контакты XT3, XT4 устройства поступит напряжение 230 В, поэтому в цепи излучающих диодов оптопары U2 начнёт протекать ток, пульсирующий с частотой 50 Гц. Открывшийся фототранзистор оптопары U2.4 установит на входе R микросхемы DD2.2 высокий логический уровень, в результате чего лампы EL1, EL2 будут отключены, а открывшийся фототранзистор U2.2 зарядит конденсатор C4, поэтому на выходе элемента DD1.1 будет всё время присутствовать низкий логический уровень. Диод VD10 защищает фототранзистор оптопары U1 от обратного напряжения.

При отключении выключателя QS2 (см. рис. 1) фототранзисторы оптопары U2 закроются, но на время разрядки конденсатора C4 через резистор R3 на выходе элемента DD1.1 будет присутствовать низкий логический уровень, поэтому лампы EL1, EL2 включатся вне зависимости от того, открыта или закрыта в этот момент дверь. При включённых лампах на выходе элемента DD1.1 также будет присутствовать низкий логический уровень, поэтому устройство не будет реагировать на манипуляции с дверью до момента окончания времени выдержки таймера, а после фототранзистор оптопары U1 откроется и устройство вернётся в режим ожидания очередного открывания двери. В том случае, если после окончания выдержки таймера дверь будет оставаться открытой, освещение будет отключено, а при закрывании двери устройство вернётся в исходное состояние.

Время, в течение которого устройство не реагирует на прерывание тока в цепи излучающего диода оптопары U1, а также время, на которое включаются осветительные лампы, зависит от частоты импульсов генератора микросхемы DD2.2. В авторском варианте эта частота — около 43 Гц, поэтому время отсутствия реакции – приблизительно 0,9 с, а продолжительность включения ламп — около 6 мин. Продолжительность отсутствия реакции определяет не только помехозащищённость устройства, но и позволяет включать светоизлучающий диод оптопары U1 в цепь пульсирующего тока. Например, клеммы XT5, XT6 устройства включены в цепь охранной сигнализации последовательно с герконом, находящимся на двери и размыкающим свои контакты при её открывании. Ток в этой цепи охраны пульсирует с частотой 2 Гц, обеспечивая мигание сигнального светодиода, а при снятии с охраны пульсации тока прекращаются, поэтому светодиод светит непрерывно. Так как частота прерывания тока, при которой устройство ещё не срабатывает, является величиной, обратной периоду, то при длительности периода 0,9 с минимальная частота — 1,1 Гц, поэтому при частоте пульсаций 2 Гц устройство не срабатывает.

Микросхемы устройства получают питание от параметрического стабилизатора, образованного гасящим резистором R2 и стабилитроном VD8, а потребляемый от сети 230 В ток не превышает 1,4 мА. Конденсатор C1 сглаживает пульсации питающего напряжения, конденсатор C2 — блокировочный в цепи питания микросхем. Светодиод HL2 сигнализирует о включении устройства в сеть, а диод VD7 защищает светодиод от обратного напряжения в моменты перехода сетевого напряжения через ноль. Излучающие диоды оптопары U2 питаются однополупериодным сетевым напряжением, выпрямленным диодом VD6, а ток ограничивает резистор R1. Светодиод HL1 сигнализирует о наличии напряжения в контролируемой цепи, а диод VD1 защищает излучающий диод оптопары U1 при подаче на клеммы XT5, XT6 напряжения обратной полярности.

Осветительные лампы EL1, EL2 питаются выпрямленным напряжением с выхода диодного моста VD2—VD5. Автор использовал две последовательно соединённые лампы накаливания мощностью 150 Вт, при этом каждая из ламп потребляет приблизительно 40 Вт. Последовательное соединение ламп значительно продлевает срок их службы, а также защищает транзистор VT1 от броска тока. При этом значительное снижение светового потока каждой лампы не имеет здесь особого значения, так как освещение является дежурным. Но включать лампы последовательно вовсе не обязательно, совместно с устройством можно использовать любые осветительные лампы, как накаливания, так и светодиодные или КЛЛ. Однако есть и исключение — светодиодные лампы с источником питания, выполненным на основе балластного конденсатора, а также люминесцентные лампы с "классической" дроссельной системой включения совместно с этим устройством работать не будут, так как могут питаться только переменным током. Выключатель SA1 служит для принудительного включения осветительных ламп вне зависимости от состояния, в котором находится устройство, а стабилитрон VD15 защищает затвор полевого транзистора VT1.

Детали устройства, за исключением диодного моста VD2—VD5, резисторов R1, R2 и светодиодов, монтируют на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**. Так как цепи, подключённые к зажимам XT3, XT4 и XT5, XT6, должны быть надёжно изолированы как друг от друга, так и от остальных элементов устройства, между выводами оптронов в плате сделаны прорези шириной 1...2 мм, а плата после монтажа всех деталей покрыта двумя слоями лака ХВ-784. Перед монтажом микросхемы DD2 её вывод 1 необходимо отогнуть, так как отверстие в плате для него не предусмотрено. Конденсатор C1 смонтирован параллельно плате, а диоды VD9 и VD12 установлены над микросхемой DD2. Для облегчения подбора резистор R9 можно составить из двух, соединённых последовательно, установив эти резисторы перпендикулярно плате. Вывод стока транзистора VT1 перед монтажом на плату следует удалить, а проводник, идущий к клемме XT8, подключить непосредственно к фланцу транзистора. При мощности на-

грузки до 200 Вт транзистор VT1 в теплоотводе не нуждается.

В устройстве можно применить резисторы любого типа, при этом во избежание электрического пробоя по поверхности мощность резисторов R1 и R2 должна быть не менее 1 Вт, а лучше 2 Вт. Оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, остальные — керамические или плёночные, например КМ или К73. На месте диодов VD2—VD5 можно применить любые диоды с обратным напряжением не менее 400 В и номинальным током, не меньшим, чем ток используемых осветительных ламп, или применить диодный мост с такими же параметрами. Диод VD6 — с обратным напряжением не менее 400 В, остальные диоды — любые маломощные выпрямительные или импульсные, например 1N4148. Стабилитрон VD8 — любой маломощный с напряжением стабилизации 8...10 В. Транзистор IRF840 можно заменить транзистором IRF740 или применить отечественные транзисторы серии КП707 с любым буквенным индексом.

Вместо микросхемы К561ЛЕ5 можно использовать микросхему К176ЛЕ5 или импортную CD4001. Оптопары АОТ101 и АОТ128 можно использовать с любым буквенным индексом или применить вместо них другие подходящие с изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 1000 В. При этом на месте оптопары U1 можно использовать оптопару без вывода базы фототранзистора (необходимость в резисторе R6 при этом отпадает), а двухканальную оптопару U2 заменить одноканальной, как показано на **рис. 4**, введя в схему два дополнительных диода VD16, VD17. Светодиоды HL1, HL2 — любого свечения, желательно сверхъяркие, выключатель SA1 — П2К с фиксацией или другой, изоляция которого рассчитана для работы при сетевом напряжении.

В авторском варианте элементы устройства установлены в пластмассовой распределительной коробке размерами 80×80×50 мм. Диоды VD2—VD5 и резисторы R1, R2 установлены на пластине из гетинакса толщиной 2 мм, на торцевой части которой также смонтированы светодиоды. Держатели предохранителей смонтированы на небольшой пластине из стеклотекстолита, а для подключения внешних цепей применены винтовые клеммники, которые закреплены на текстолитовой пластине. Вид на монтаж устройства приведён на **рис. 5**, а его внешний вид с закрытой крышкой — на **рис. 6**.

Налаживание устройства сводится к подбору сопротивления резистора R9 и, при необходимости, конденсатора C5 до получения требуемой частоты импульсов тактового генератора. Частоту, на которой работает тактовый генератор, можно определить по формуле F=16384/T, где T — время с момента снятия напряжения с клемм XT3, XT4 до момента погасания ламп, сек. Зная частоту генератора, нетрудно определить задержку включения устройства в секундах: $T_з$ = 39/F. В том случае, если после включения устройства в сеть при отключённых от клемм XT3—XT6 внешних цепях лампы EL1, EL2 не включаются, следует измерить напряжение на выводе 3 элемента DD1.4. Если на этом выводе присутствует высокий логический уровень, это означает, что устройство "зависло". В этом случае следует увеличить ёмкость конденсатора C6 и, при необходимости, также увеличить ёмкость конденсатора C3.

Клеммы XT5 и XT6 устройства включают с соблюдением полярности в цепь охранной сигнализации последовательно с герконом, контакты которого размыкаются при открывании двери. В случае, если выполнить такое подключение проблематично или охранная сигнализация на объекте отсутствует, на двери устанавливают отдельный геркон или микропереключатель, контакты которого замкнуты при закрытой двери, и подключают клеммы XT5, XT6 устройства последовательно с контактами геркона и токоограничительным резистором к источнику постоянного тока, который должен быть всё время подключён к сети. Но можно обойтись и без дополнительного источника питания, если контакты геркона или микропереключателя включить вместо фототранзистора оптопары U1, удалив из схемы саму оптопару и резистор R6. Для повышения помехозащищённости устройства при такой доработке между выводом 5 микросхемы DD2 и минусом источника питания необходимо включить конденсатор ёмкостью 22 нФ, а для соединения геркона с платой устройства использовать витую пару или экранированный кабель (экран кабеля соединяют с минусом питания). Однако при таком подключении следует помнить, что контакты геркона и соединительный провод в этом случае окажутся гальванически связанными с сетью, поэтому изоляция провода и геркона должна быть рассчитана на работу при сетевом напряжении.

Рис. 6

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мельников А.** Термостабилизатор с автоматическим резервированием нагревателей. — Радио, 2018, № 12, с. 36—39.

2. **Манойлов В. Е.** Основы электробезопасности. Изд. 4-е, перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985.

3. **Мельников А.** Устройство управления освещением. — Радио, 2019, № 3, с. 33—37.

4. **Мельников А.** Устройство дистанционного управления с кодовым доступом. — Радио, 2019, № 7, с. 37—44.

5. **Степанов К.** Автоматический включатель света в прихожей. — Радио, 2017, № 1, с. 42.

От редакции. *Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut размещён по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/svet.zip*** *на нашем сервере.*

Доработка сигнализатора экстренного торможения

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Автор дополнил описанный в [1] сигнализатор датчиком температуры и относительной влажности воздуха и доработал программу его микроконтроллера, предусмотрев в нём коррекцию порога включения сигнализации об экстренном торможении в зависимости от показаний этого датчика.

Принцип коррекции состоит в том, что при положительной температуре воздуха и увеличении его относительной влажности в интервале 0...100 % порог срабатывания сигнализатора линейно уменьшается. Большей влажности соответствует меньший порог замедления. При температуре ниже нуля воздух может быть сравнительно сухим даже при атмосферных осадках (снегопаде). Кроме того, есть опасность обледенения дорожного покрытия. В этих условиях влажность воздуха не может служить критерием изменения порога, поэтому коэффициент сцепления с дорогой однозначно принимается равным минимальному значению.

Влажность более 90 % с большой вероятностью свидетельствует о наличии осадков в виде дождя, а около 100 % — тумана. Различать вид осадков нет необходимости, поскольку положительный эффект понижения порога срабатывания сигнализатора в обоих случаях очевиден.

РАДИО № 4, 2020
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

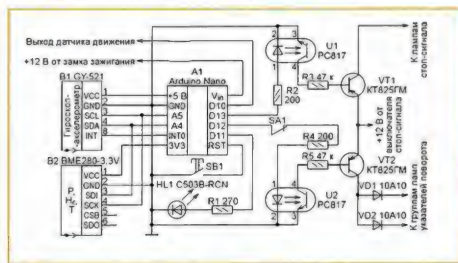
РАДИО®

При гололёде зачастую оказываются бесполезными не только системы предупреждения, но и системы управления замедлением. Гарантирующих полную безопасность технических решений здесь пока нет. Да и нужных для экстренного торможения значений замедления в условиях гололёда при торможении двигателем невозможно достичь физически. Автомобиль в этом случае представляет опасность в гораздо большей степени для находящихся впереди, а не позади него автомобилей.

Поэтому назначение предлагаемой системы — именно в сигнализации лампами стоп-сигналов и указателей поворота об экстренном торможении при движении по сухому или влажному асфальтобетонному покрытию. Она не управляет тормозами, но и не ухудшает параметров штатной системы световой сигнализации при любом сочетании погодных условий.

Для учёта фактических значений температуры и относительной влажности воздуха в сигнализатор, описанный в [1], дополнительно введён датчик температуры и влажности BME280, по показаниям которого и корректируется порог замедления. Модуль Arduino Nano прибора связан с этим датчиком по тому же интерфейсу I²C, что и с датчиком ускорения. Технические данные датчика BME280 можно найти в [2]. Кроме указанных выше параметров, он способен измерять также атмосферное давление. Но в рассматриваемом случае эта возможность не использована. По сравнению с подобными датчиками других типов, особенно с распространённым DHT22, датчик BME280 обладает лучшим соотношением цена/качество при явном превосходстве в точности и стабильности [3].

На **рисунке** изображена схема доработанного сигнализатора. Она отличается от опубликованной в [1] лишь наличием модуля датчика B2 BME280-3.3V [4], представляющего собой печатную плату небольшого размера с установленными на ней микросхемой BME280 и несколькими другими деталями. Этот модуль запитан напряжением +3,3 В с вывода 3V3 модуля A1 Arduino Nano.



Существуют два варианта исполнения модуля BME280-3.3V — с шестью и с четырьмя выводами. Автор использовал шестивыводный вариант. При свободных выводах CSB и SDO он работает с интерфейсом I²C и имеет адрес 0x76. Подав на эти выводы напряжения соответствующих логических уровней [2], можно изменить адрес на 0x77 или перевести интерфейс датчика в режим SPI.

Четырёхвыводный вариант модуля не имеет выводов CSB и SDO. Он эквивалентен шестивыводному, если у последнего эти выводы никуда не подключены. Нужно сказать, что существуют подобные модули и других типов, часто выпускаемых под теми же или похожими названиями. Иногда вывод SDI бывает обозначен SDA, а вывод SCK — SCL. Есть модули и с напряжением питания 5 В. На их платах можно найти интегральный стабилизатор напряжения.

Скетч доработанной программы микроконтроллера модуля Arduino Nano приложен к статье вместе с библиотеками Adafruit Unified Sensor и Adafruit BME280, необходимыми для его работы. В программу введены новые константы:

a_GAIN0 6.8 задаёт порог замедления 6,8 м/с² для сухого покрытия с коэффициентом сцепления 0,8;

a_GAIN1 4.3 задаёт порог замедления 4,3 м/с² для влажного покрытия с коэффициентом сцепления 0,5;

T_MES 10000 задаёт период повторения измерений влажности и температуры. Оптимальный интервал его значений — 5000—60000 мс.

Значения первых двух констант могут быть заданы числами типа int или float, третьей — только int.

В начале своей работы программа создаёт класс bme — экземпляр класса Adafruit_BME280. Измеренные значения влажности в процентах и температуры в градусах Цельсия она присваивает соответственно переменным rH и T типа float.

В секции setup() программа рассчитывает "сырые" пороговые значения замедления

```
aY0 = round(16384*(float)a_GAIN0/G);
aY1 = round(16384*(float)a_GAIN1/G);
```

и инициализирует датчик BME280 на шине I²C по адресу 0x76

```
bme.begin(0x76)
```

Если между выводами SDO и VCC датчика установлен резистор сопротивлением 1...4,7 кОм, адрес 076x здесь нужно заменить на 0x77.

Измерение влажности и температуры производится с периодом T_MES. Для этого в основном цикле введена новая секция. Считывание измеренных датчиком значений относительной влажности и температуры выполняют операторы

```
rH = bme.readHumidity();
T = bme.readTemperature();
```

При положительной температуре воздуха с увеличением влажности в интервале 0...100 % порог линейно уменьшается от aY0 до aY1 — чем больше влажность, тем меньше порог замедления. При температуре воздуха ниже 0 °C, когда существует возможность обледенения дорожного покрытия, порог однозначно принимается равным aY1. Этот алгоритм реализуют следующие строки программы:

```
if (T>0) aY_max = round((aY1-aY0)
     *rH/100.0 + aY0);
     else
     aY_max = aY1; //при T<0 °C
```

Служебная информация, выводимая в последовательный порт, дополнена значениями переменных aY0, aY1, rH, T и aY_max. Других изменений в программе нет. Дополнительного налаживания, связанного с проведённой доработкой, сигнализатор не требует.

Модуль BME280-3.3V нужно поместить в пластмассовый корпус подходящего размера класса защиты не ниже IP54, в котором предварительно просверлить отверстие диаметром 1...3 мм для прохода воздуха к датчику. При диаметре более 1 мм отверстие целесообразно закрыть одним или двумя слоями пластмассовой сетки с ячейками не более 0,5×0,5 мм. Это необходимо для защиты микросхемы датчика от прямого попадания брызг и пыли.

Отдельный вопрос — место размещения датчика на автомобиле. Здесь главное требование — отсутствие потоков нагретого воздуха. Есть три основных подходящих места:

— за передним бампером со стороны водителя;

— снизу или сбоку радиатора охлаждения;

— в боковом зеркале заднего вида.

Первые два варианта нежелательны по причине высокого риска загрязнения и довольно большого расстояния от датчика до собственно сигнализатора. Последнее в условиях повышенных электромагнитных помех может привести к сбоям в передаче данных по интерфейсу I²C. Кроме того, размещение датчика вблизи радиатора искажает результаты измерения при частых в городских условиях остановках автомобиля. Оптимальным автор считает размещение датчика в корпусе внешнего зеркала заднего вида.

Однако на автомобиле ВАЗ-2109 оказалось возможным и менее трудо-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ёмким поместить датчик рядом с блоком предохранителей в подкапотном пространстве. Этот отсек отделён от основного подкапотного пространства сплошной перегородкой с резиновым уплотнителем, хорошо защищён и продувается наружным воздухом за счёт наличия отверстий в верхней части капота. Условия в этом отсеке наиболее приближены к внешним погодным условиям.

При отсутствии такого отсека в конкретном автомобиле рекомендую устанавливать датчик в боковом зеркале заднего вида со стороны водителя. Наиболее просто закрепить его автомобильным герметиком. Корпус датчика нужно располагать отверстием вниз. Место расположения основного блока сигнализатора остаётся прежним — на внутренней стороне панели салона в свободном пространстве между рулевой колонкой и внешней стенкой салона.

Датчик соедините с основным блоком сигнализатора четырёхпроводным плоским кабелем минимально возможной длины (30...50 см). При этом желательно, чтобы общий провод и провод питания были в кабеле крайними. Возможно соединение и двумя витыми парами проводов. Рекомендую информационный провод SDI (SDA) свить с общим проводом, а провод синхронизации SCK (SCL) — с проводом питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Панкратьев Д.** Сигнализатор экстренного торможения. — Радио, 2019, № 12, с. 42—45.

2. BME280 Combined humidity and pressure sensor. — URL: **https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme280-ds002.pdf** (25.02.2020).

3. Wide range of Hygrometers: DHT22, AM2302, AM2320, AM2321, SHT71, HTU21D, Si7021, BME280. — URL: **http://www.kandrsmith.org/RJS/Misc/Hygrometers/calib_many.html** (25.02.2020).

4. I²C SPI BMP280 BME280 3.3V Digital Barometric Pressure Altitude Sensor DC High Precision. — URL: **https://www.aliexpress.com/item/32654011852.html** (21.02.2020).

***От редакции.** По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/ECC4.zip** находится доработанная программа микроконтроллера платы Arduino Nano.*

Усовершенствование автомобильного регулятора напряжения

А. СЕРГЕЕВ, г. Сасово Рязанской обл.

Предлагаемый регулятор обеспечивает высокую стабильность выходного напряжения генератора при изменении режима работы двигателя и тока нагрузки генератора. Кроме того, он обеспечивает повышенную отдачу генератора при низких оборотах двигателя и предотвращает пробуксовку приводного ремня генератора при большом токе его нагрузки.

Современные автомобили имеют сложное и многофункциональное электрооборудование, от надёжной работы которого зависит и работоспособность транспортного средства, и безопасность его эксплуатации. Надёжность работы электрооборудования во многом зависит от стабильности напряжения в бортсети. Многие системы современных автомобилей довольно чувствительны даже к кратковременным перенапряжениям.

Обеспечение стабильности выходного напряжения генератора при изменении частоты вращения и тока нагрузки — сложная задача, особенно на переходных режимах, когда резко изменяется частота вращения вала генератора или ток его нагрузки. Сегодня в автомобилях применяют в основном электронные регуляторы напряжения. Наибольшее распространение получили автоколебательные регуляторы с переменной частотой переключения ключевого транзистора.

Используют и регуляторы с постоянной частотой его переключения. В них его переключают принудительно с повышенной частотой, а регулируют напряжение за счёт изменения скважности импульсов тока. Сначала на них возлагали определённые надежды. Ожидали, что за счёт повышенной частоты переключения такие регуляторы обеспечат повышенную стабильность напряжения генератора на переходных режимах, но этого не произошло. Эти регуляторы сложны по схеме и не получили большого распространения.

Определённые надежды возлагают на недавно появившиеся регуляторы напряжения на основе микроконтроллеров. К сожалению, у автора нет достаточной информации по динамическим характеристикам таких регуляторов. Но можно предположить, что сам по себе микроконтроллер не сможет устранить все проблемы.

Автомобилистам, эксплуатирующим некомпьютеризированные автомобили, приходится самостоятельно совершенствовать регуляторы напряжения. Периодически публикуются статьи о таких регуляторах [1—5]. Например, в [6] был представлен доработанный регулятор напряжения 59.3702-01 с улучшенными динамическими характеристиками. Но и он имеет некоторые недостатки — не очень хорошо работает при плохом качестве выходного напряжения генератора, в частности, если уровень его пульсаций повышен.

Генераторы старых моделей имели коллектор, служивший выпрямителем переменного напряжения. При большом числе его пластин пульсации выходного напряжения генератора были небольшими. В современных генераторах трёхфазное переменное напряжение преобразуют в постоянное с помощью мостового выпрямителя. Но размах пульсаций выпрямленного напряжения — 0,14 его постоянной составляющей, а их частота в шесть раз выше частоты вращения вала генератора.

Регулятор напряжения и генератор — это составные части замкнутой системы автоматического регулирования с отрицательной обратной связью. Причём инерционность генератора намного больше инерционности регулятора напряжения. Генератор отдаёт максимально возможную мощность, если его обмотка возбуждения подключена к бортсети постоянно. Но значительные пульсации генерируемого напряжения регулятор рассматривает как кратковременные отклонения напряжения от номинального значения и пытается их устранить. Из-за большой инерционности генератор не успевает реагировать на управляющие сигналы, поступающие от регулятора. В результате и в режиме максимальной мощности силовой ключ регулятора напряжения в некоторые моменты времени разомкнут, что не позволяет генератору отдать полную мощность. Чтобы устранить эту проблему, приходится уменьшать пульсации выходного напряжения генератора, например, включая ФНЧ между бортсетью автомобиля и регулятором напряжения в ней.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2020

У регулятора, описанного в [6], недостаточна глубина отрицательной обратной связи по скорости изменения выходного напряжения генератора. Увеличив её, можно не только уменьшить колебания напряжения в бортсети, но и обеспечить плавное нарастание и убывание тока нагрузки генератора при подключении и отключении мощной нагрузки. Тормозящий момент ротора генератора станет увеличиваться и уменьшаться плавно, что позволит значительно уменьшить вероятность пробуксовки приводного ремня генератора, а она приводит к быстрому износу ремня.

Дело в том, что мощность автомобильных генераторов в последние годы значительно увеличилась и клиновые или поликлиновые приводные ремни работают с большими нагрузками. Попадание на ремень воды, снега, масла или тосола приводит к пробуксовке. А толчком для начала пробуксовки становится резкое изменение тормозящего момента ротора генератора. Если сильно натянуть ремень, вероятность пробуксовки понизится, но ускорится износ приводного ремня и подшипников генератора.

Схема усовершенствованного регулятора приведена на **рис. 1**. Он отличается от описанного в [6] наличием параллельно включённых ФНЧ R1C1 и R6C2, через которые напряжение бортовой сети подано на вход регулятора. С выхода фильтра R1C1 напряжение поступает на дифференцирующую цепь R7C3, а с выхода фильтра R6C2 — на стабилитрон VD1.

В регуляторе, описанном в [6], глубину отрицательной обратной связи по скорости изменения выходного напряжения генератора можно увеличить за счёт увеличения ёмкости конденсатора C2. Но тогда нужно обязательно уменьшать сопротивление резистора R8, в противном случае постоянная времени дифференцирующей цепи C2R8 изменится. При уменьшении сопротивления этого резистора увеличится ток базы транзистора VT1. Он может сгореть при включении питания. В схеме регулятора [6] в качестве транзистора VT1 можно применить мощный транзистор, например КТ837А, для которого допустим ток базы 1 А. Этот транзистор станет работать в микротоковом режиме, но при этом проблем не возникнет, потому что начальный ток коллектора у транзистора КТ837А мал. Тогда сопротивление резистора R8 в регуляторе [6] можно уменьшить до 15 Ом и обратно пропорционально ему увеличить ёмкость конденсатора C2.

Но вернёмся к регулятору по схеме, изображённой на рис. 1. В нём ФНЧ R1C1 и R6C2 позволяют получить нужный результат при маломощном транзисторе VT1. В момент включения питания через резистор R1 протекает ток, который распределяется между конденсаторами C1 и C3 пропорционально их ёмкости. Они выбраны такими, чтобы ток базы транзистора VT1 не превысил допустимого. При необходимости получения отрицательной обратной связи по скорости изменения выходного напряжения генератора очень большой глубины можно в качестве VT1 применить мощный транзистор. Кроме того, фильтры нижних частот R1C1 и R6C2 подавляют пульсации напряжения на входе регулятора напряжения и за счёт этого позволяют получить полную мощность генератора.

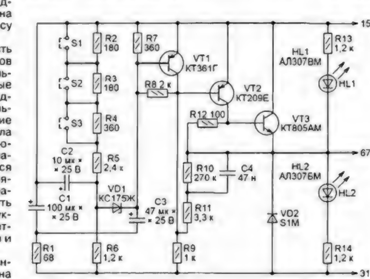


Рис. 1

Съёмными перемычками S1—S3, замыкающими резисторы R2—R4, регулируют выходное напряжение генератора в пределах 13,8...14,6 В. При удалении перемычек выходное напряжение генератора уменьшается. Известно, что для увеличения срока службы аккумуляторной батареи напряжение в бортовой сети должно возрастать при понижении температуры. Поэтому на практике при эксплуатации автомобиля нужна периодическая (сезонная) подстройка напряжения. В рассматриваемом случае её можно делать, устанавливая и удаляя перемычки. Кроме того, резисторы R2—R4 можно заменить подстроечным резистором, что позволит плавно устанавливать выходное напряжение генератора.

Светодиоды HL1 АЛ307ВМ (зелёного свечения) и HL2 АЛ307БМ (красного свечения) можно заменить любыми, свечение которых хорошо заметно при токе 10...15 мА. При включённом зажигании и не работающем двигателе должен светиться светодиод HL2. Это покажет, что на обмотку возбуждения генератора подано напряжение. При работающем двигателе включены оба светодиода. При уменьшении частоты вращения вала двигателя и увеличении нагрузки на генератор яркость свечения светодиода HL2 увеличивается, а светодиода HL1 уменьшается. В противоположном случае — наоборот. Если при не работающем двигателе горит светодиод HL1, регулятор неисправен.

Импортный диод S1M можно заменить отечественным из серии КД202 или КД209.

В регулятор внесено несколько изменений, позволяющих повысить его надёжность за счёт уменьшения частоты и повышения скорости переключения ключевого транзистора. Это уменьшает нагрев транзистора и вероятность его отказа. Между базой и коллектором транзистора VT1 вместо конденсатора включён резистор R8, а параллельно конденсатору C4 подключён резистор R10. В регуляторе 59.3702-01 функционально аналогичный транзистор при наличии конденсатора между базой и коллектором работает как интегратор (ФНЧ первого порядка с частотой среза около 350 Гц). Пульсации напряжения бортсети он подавляет плохо и при этом увеличивает время переключения ключевого транзистора VT3.

В описываемом регуляторе транзисторы VT1—VT3 образуют неинвертирующий усилитель, охваченный положительной обратной связью через конденсатор C4 для ускорения переключения транзисторов. Подключение резистора R10 параллельно конденсатору C4 преобразует этот усилитель в триггер Шмитта с двумя состояниями. Изменяя сопротивление резистора R10, можно регулировать ширину петли гистерезиса. При уменьшении его сопротивления ширина петли гистерезиса увеличивается, а частота переключений ключевого транзистора уменьшается.

Резистор R8 между базой и коллектором транзистора VT1 — цепь параллельной отрицательной обратной связи, уменьшающей входное сопротивление транзистора, что повышает стабильность напряжения на выходе генератора и улучшает работу отрицательной обратной связи по скорости изменения выходного напряжения генератора.

Как следует из сказанного, при совершенствовании регулятора напряжения предполагалось, что устойчивость работы генераторной установки не зависит от частоты переключения ключевого транзистора. Это подтверждено результатами испытаний этого регулятора. Он работает устойчиво несмотря на то, что были приняты меры по уменьшению частоты переключения транзисторов.

Распространено мнение, что для устойчивой работы регулятора необходимо, чтобы он переключался с частотой не менее 25...30 Гц [7]. Но этому нет доказательств. Регулятор напряжения представляет собой обычную систему автоматического регулирования. Хоть он работает не в аналоговом, а в ключевом режиме, для обеспечения его устойчивости можно применять те же способы, что и в других системах автоматического регулирования с обратной связью.

Устойчивость таких систем рассчитывают известными методами. Например, используя критерий Найквиста. Этот критерий говорит о том, что замкнутая система устойчива, если годограф (изображение ФЧХ на комплексной плоскости) разомкнутой системы не охватывает точку –1+j0.

Чтобы обеспечить устойчивость регулятора и правильно выбрать параметры ФНЧ, можно сделать ориентировочные расчёты, составив для этого полную функциональную схему генераторной установки (**рис. 2**). Затем на её основе составить структурную схему генераторной установки как системы автоматического регулирования (**рис. 3**). При этом можно использовать сведения, приведённые в [8]. Там в упрощённой популярной форме рассмотрена устойчивость систем автоматического слежения за частотой. Но все рекомендации вполне применимы и к генераторной установке, нужно лишь заменить частоту напряжением в бортсети.

Показанные на рис. 2 ФНЧ в рассматриваемом регуляторе образованы элементами R1, C1 и R6, C2. Компаратором служит стабилитрон VD1. Дифференцирующая цепь образована элементами C3 и R7. Сумматор — транзистор VT1.

Схема на рис. 3 для наглядности упрощена, там нет второго ФНЧ, дифференцирующей цепи и сумматора. Согласно ей, генераторная установка содержит два звена первого порядка и одно звено второго порядка, соединённых последовательно. Такой комбинации может быть вполне достаточно для самовозбуждения замкнутой системы, поскольку эти три звена могут сдвинуть фазу сигнала ошибки на 540° (с учётом сдвига фазы на 180° в цепи отрицательной обратной связи).

Одно из звеньев первого порядка — обмотка возбуждения генератора, которая представляет собой последовательное соединение индуктивного и активного сопротивлений. Это самое инерционное звено. Его частота среза — 2,2 Гц. Она рассчитана по измеренным значениям индуктивности обмотки возбуждения (0,32 Гн) и её сопротивления постоянному току (4,5 Ом).

Второе по инерционности — звено второго порядка, образованное индуктивностью статорных обмоток генератора, внутренним сопротивлением аккумуляторной батареи и её ёмкостью. Параметры этого звена рассчитать сложно, так как по своим динамическим характеристикам аккумулятор не эквивалентен конденсатору, а ёмкость автомобильной аккумуляторной батареи, выраженная в фарадах, достигает 1 Ф. Она быстро изменяется в зависимости от протекающего тока, температуры и степени заряженности батареи [7, 9].

В статье [9] рассмотрена работа генератора с коллектором, но все полученные там выводы можно применить и к современным генераторам с трёхфазным выпрямителем генерируемого напряжения. Кроме того, в этой статье в эквивалентную схему генераторной установки не включена ёмкость аккумуляторной батареи. В своих экспериментах авторы упомянутой статьи получили её значение 0,3 Ф, но оно может быть значительно больше.

Вероятно, авторы посчитали, что эта ёмкость зашунтирована низким внутренним сопротивлением батареи и ею можно пренебречь. Однако она настолько велика, что даже при низком внутреннем сопротивлении батареи оказывает влияние на работу генераторной установки (особенно при старой батарее с повышенным внутренним сопротивлением). Именно непостоянство параметров этого звена второго порядка вызывает нестабильность и непредсказуемость самовозбуждения генераторной установки. Оно возникает, когда частота среза звена второго порядка уменьшается и приближается к частоте среза ротора генератора.

Самое малоинерционное звено — ФНЧ R6C2. Его параметры можно регулировать.

Известно, что для устойчивости системы автоматического регулирования без применения корректирующих цепей требуется, чтобы частоты среза входящих в неё звеньев первого порядка должны различаться не менее чем в 5...10 раз. Поэтому частота среза ФНЧ R6C2 должна быть в пять и более раз выше частоты среза обмотки возбуждения генератора (2,2 Гц). На **рис. 4** представлена структурная схема генераторной установки как системы автоматического регулирования с учётом корректирующих цепей.

На **рис. 5** представлена зависимость от частоты коэффициента передачи замкнутой системы при разной её добротности. Эту зависимость можно снять экспериментально, но обязательно с учётом влияния аккумуляторной батареи. Для этого нужно при работающем генераторе с определённой частотой включать и выключать мощный потребитель электроэнергии, контролируя изменения напряжения в бортсети или выходного тока генератора. При низкой частоте коммутации нагрузки система будет успевать отслеживать



Рис. 2

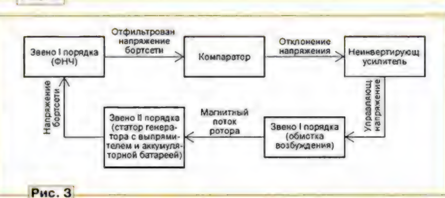


Рис. 3



Рис. 4

изменения тока нагрузки. С увеличением частоты переключений ошибка будет расти.

С увеличением добротности системы на её резонансной частоте (в рассматриваемом случае 4 Гц) в АЧХ появляется пик. Эта частота может быть определена экспериментально. Именно на ней может начаться самовозбуждение. Нужно учитывать, чёткой границы между режимами стабилизации и самовозбуждения нет. Возможны промежуточные режимы с различной амплитудой колебаний.

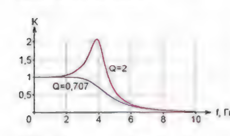


Рис. 5

Если нужно получить очень плавное изменение тока нагрузки генератора (и тормозящего момента ротора генератора), можно собрать регулятор напряжения по схеме, изображённой на **рис. 6**. Здесь при подаче на регулятор напряжения питания открывается транзистор VT1. Конденсаторы C1 и C3 заряжаются коллекторным током транзистора, который зависит от напряжения в бортсети согласно формуле

$$I_к = \frac{U_{бс}}{R1} \cdot h21э,$$

где $U_{бс}$ — напряжение в бортсети автомобиля; h21э — коэффициент передачи тока базы транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером. Этот ток распределяется между конденсаторами C1 и C3 пропорционально их ёмкости. После зарядки конденсаторов транзистор VT1 переходит в режим насыщения.

При работе регулятора сопротивление участка коллектор—эмиттер транзистора VT1 служит эквивалентом резистора R1 на рис. 1. Сопротивление одноимённого резистора (см. рис. 6) нужно подобрать таким, чтобы ток коллектора транзистора VT1 не превышал допустимого значения. Добавление в регулятор этого транзистора позволило в несколько раз увеличить ёмкость конденсаторов C1 и C3 без риска повредить транзистор VT2.

Если эта схема покажется слишком сложной, можно построить регулятор напряжения по более простой схеме, показанной на **рис. 7**. Он отличается тем, что в качестве ФНЧ применён (как и в регуляторе 59.3702-01) интегратор на транзисторе VT2. Чтобы уменьшить вредное влияние конденсатора C2 на время переключения транзисторов, здесь можно увеличить ёмкость ускоряющего конденсатора C3 и уменьшить сопротивление резистора R11.

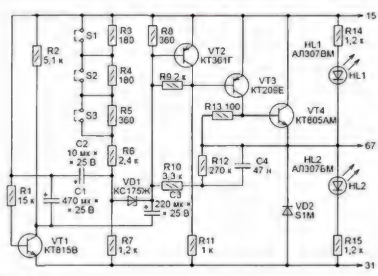


Рис. 6

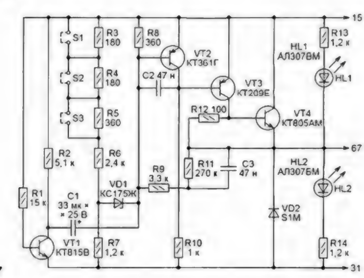


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Тышкевич Е.** ШИ-регулятор напряжения. — Радио, 1984, № 6, с. 27, 28.

2. **Ломанович В.** Термокомпенсированный регулятор напряжения. — Радио, 1985, № 5, с. 24—27.

3. **Коробков А.** Автомобильный регулятор напряжения. — Радио, 1986, № 4, с. 44, 45.

4. **Бирюков С.** Простой термокомпенсированный регулятор напряжения. — Радио, 1994, № 1, с. 34, 35; № 10, с. 43.

5. **Добролюбов В.** Усовершенствование электронного стабилизатора напряжения. — Радио, 2000, № 2, с. 44.

6. **Сергеев А.** Доработка автомобильного регулятора напряжения 59.3702-01. — Радио, 2014, № 3, с. 42—44.

7. **Малюгин П. Н., Ковригин В. А.** Регуляторы напряжения. Методические указания к лабораторной работе № 4 по дисциплине "Электрооборудование автомобилей". — Омск: Издательство СибАДИ, 2003.

8. **Кривицкий Б. Х.** Автоматическое слежение за частотой. — М.: Энергия, 1974.

9. **Семко И. А., Таукчи В., Закалюжный А. А.** Взаимодействие и воздействие аккумуляторной батареи на динамические характеристики генераторов постоянного тока на холостом ходу. — Электроника и электротехника, 2017, № 2. с.13—18.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Периодическая смазка тяговой цепи мотоцикла, управляемая микроконтроллером

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Предлагаемое устройство предназначено для периодической подачи смазочного масла на тяговую цепь мотоцикла при его движении. Это увеличивает срок службы самой цепи и звёздочек. Масло подаёт насос, питаемый от бортсети мотоцикла, периодически на короткое время включаемый микроконтроллером. Масло поступает на цепь из бачка через подающий шланг.

Устройство состоит из насоса (**рис. 1**), масляного бачка (**рис. 2**) и блока управления. Насос и бачок приобретены в интернет-магазине. Их можно найти соответственно по ссылкам [1] и [2]. Самодельный блок управления насосом описан ниже.

Основные технические характеристики

Длительность разовой подачи масла (регулируемая), с ....1...8
Подача масла, мл/с:
по шлангу с внутренним диаметром 3 мм 0,28
по шлангу с внутренним диаметром 4 мм 0,67
по шлангу с внутренним диаметром 5 мм 1,7
Период повторения подачи масла (регулируемый), мин ....1...32
Напряжение питания, В 12
Потребляемый ток, мА:
при работающем насосе 420
при выключенном насосе 20
Габариты насоса, мм ....67×55×45
Габариты масляного бачка, мм ....65×52×36

Принципиальная схема блока управления изображена на **рис. 3**. Напряжение бортсети +12 В с контакта 1 разъёма XP1 поступает на параметрический стабилизатор, состоящий из резистора R7 и стабилитрона VD1. Конденсатор C1 — сглаживающий. Стабилизированное напряжение питает микроконтроллер DD1 PIC12F675-I/P. В описываемом устройстве его нельзя заменять на подобный микроконтроллер PIC12F630, не имеющий встроенного АЦП.



Рис. 1

Согласно программе, микроконтроллер выдерживает паузу, длительность которой задана подстроечным резистором R2, при этом логический уровень напряжения на выходе GP5 микроконтроллера низкий, транзистор VT1 закрыт, а подключённый к контактам 2 и 3 разъёма XP1 электродвигатель насоса не работает. О состоянии паузы сигнализирует включённый светодиод HL1. По окончании паузы микроконтроллер выключает этот светодиод и устанавливает высокий уровень на выходе GP5. Этим он включает светодиод HL2 и подаёт напряжение на базу транзистора VT1 через резистор R6. Транзистор открывается и подаёт напряжение на электродвигатель насоса. Насос поливает цепь маслом из бачка в течение заданного подстроечным резистором R1 промежутка времени. Далее описанный цикл повторяется до тех пор, пока не будет выключено питание блока управления.

Подстроечные резисторы R1 и R2 должны быть с линейной зависимостью сопротивления от положения движка. Левое по схеме положение движка подстроечного резистора R1 соответствует продолжительности подачи масла 1 с, правое — 8 с. Такие же положения движка подстроечного резистора R2 соответствуют паузам длительностью 1 мин и 32 мин.

Кнопочный выключатель SB1 даёт возможность вручную включить насос во время паузы. Например, чтобы прокачать масло по шлангам после его долива.

Рис. 2



При достаточном количестве масла в бачке контакты датчика его уровня должны быть разомкнуты. В этой ситуации резистор R3 обеспечит на входе GP3 микроконтроллера высокий логический уровень напряжения. Если масла недостаточно, контакты замкнуты, а на входе GP3 установлен низкий уровень.

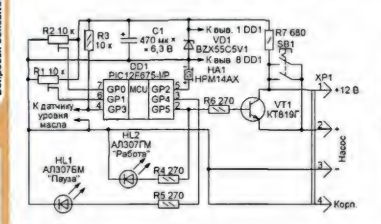
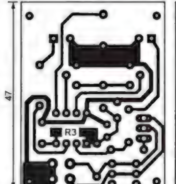


Рис. 3



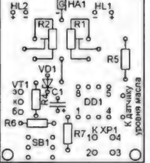


Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

Обнаружив его, программа формирует на выходе GP2 импульсы частотой 1 Гц, которые излучатель звука HA1 со встроенным генератором преобразует в звуковые сигналы. Насос при этом выключен.

Все детали блока управления размещены на печатной плате размерами 47×36 мм из фольгированного с одной стороны листового изоляционного материала толщиной 1,5 мм. Её чертёж и монтажная схема показаны на **рис. 4**. Микроконтроллер устанавливайте на плату уже запрограммированным в программаторе. Для удобства для него на плате можно установить панель. Но следует иметь в виду, что при эксплуатации устройства на мотоцикле контакт в панели иногда нарушается от вибрации.

Вместо транзистора КТ819Г можно применить другой той же серии или любой биполярный транзистор структуры n-p-n с допустимым током коллектора не менее 0,5 А. Стабилитрон BZX55C5V1 допустимо заменить другим маломощным с напряжением стабилизации 4,7...5,2 В. Вместо светодиодов серии АЛ307 можно установить любые



Рис. 5

достаточной яркости. При этом резисторы R4 и R5 нужно подобрать такого сопротивления, чтобы ток через эти светодиоды не превышал допустимого для них максимума.

Излучатель звука частотой 4900 Гц HPM14AX можно заменить другим со встроенным генератором и напряжением питания 5 В. Если вместо него установить светодиод с гасящим резистором, то сигналом недостаточного количества масла в бачке будут служить короткие вспышки этого светодиода.

Оксидный конденсатор C1 — К53-19. Подстроечные резисторы R1 и R2 — WIW1-1 [3]. Они хороши тем, что на движке имеется стрелка, а вокруг него — грубая круговая шкала, что позволяет визуально определять положение движка. Заменить их можно другими подстроечными резисторами сопротивлением 4,7...20 кОм и мощностью 0,25...1 Вт, желательно, тоже со стрелкой и шкалой или возможностью их нанести.

Все постоянные резисторы — МЛТ или им подобные указанной на схеме мощности. У резистора R3 проволочные выводы обрезаны, а их контактные колпачки очищены от краски. После этого резистор припаян к контактным площадкам на стороне печатных проводников платы. Кнопочный выключатель SB1 — PB28E08.

Рис. 7

Разъём XP1 — автомобильный с четырьмя ножевыми контактами РП-П 2,5-(6,3). Гнёзда подключаемой к нему ответной части — РП-М 2,5-(6,3).

Разместить датчик уровня масла в покупном бачке мне не удалось. Причина тому — множество косых рёбер внутри бачка, придающих ему прочность и гасящих волнение масла во время тряски. Датчик предполагалось изготовить в виде кольцевого поплавка с магнитом внутри. Под действием магнитного поля должны были замыкаться контакты геркона, расположенного вне бачка, рядом с его стенкой.

Возможно, кто-нибудь из читателей сможет осуществить эту идею или разработает свою конструкцию датчика. Функция контроля уровня масла в приложенной к статье программе микроконтроллера имеется. Проверить её можно, замкнув между собой предназначенные для подключения датчика контактные площадки на печатной плате.

Плата помещена в готовый пластмассовый корпус с герметичной крышкой, защищающей от попадания внутрь пыли и влаги. Крышка закреплена четырьмя саморезами, что позволяет снимать её для доступа к подстроечным резисторам R1 и R2. Корпус с одним из вариантов платы и снятой крышкой показан на **рис. 5**. На его боковой стенке закреплён разъём XP1.

Как показано на **рис. 6**, насос и бачок установлены на одном самодельном стальном кронштейне. Соединительные шланги — из комплекта насоса. Один из них соединяет бачок с всасывающим штуцером насоса, а второй надет одним концом на подающий штуцер насоса, а вторым концом закреплён в удобном месте над тяговой цепью мотоцикла. На электродвигатель насоса надета половинка "яйца" игрушки "Киндерсюрприз", защищающая верхний



Рис. 6

подшипник и щёточный узел электродвигателя от пыли и влаги. Кронштейн с насосом и бачком удалось установить на мотоцикле Stels Trigger 50RX вдоль рамы, ближе к заднему колесу под воздушным фильтром, и закрыть штатными щитками. Блок управления закреплён на декоративной крышке воздушного фильтра (**рис. 7**).

ЛИТЕРАТУРА

1. Перистальтический насос, работающий на постоянном токе 12 В в DIY помпе-дозаторе для жидкости для аквариума. — URL: **https://ru.aliexpress.com/item/32770860268.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.1f2c33ed1sg8ve** (10.02.2020).

2. Новый радиоуправляемый топливный пластиковый бак. — URL: **https://ru.aliexpress.com/item/33029442531.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.1f2c33ed1sg8ve** (10.02.2020).

3. Серия WIW1. — URL: **http://www.dart.ru/cataloguenew/resistors/trimming/html/wiw1-1.shtml** (10.02.2020).

***От редакции.** По адресу **https://ftp.radio.ru/pub/2020/04/nasos.zip** имеется файл печатной платы устройства и программа микроконтроллера.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КАРПАЧЕВ А. Ещё один способ управления люстрой. — Радио, 2019, № 12, с. 31.

Печатная плата.

Чертежи печатной платы устройства и расположение элементов, кроме сенсора E1, выключателя SA1 и ламп E1—E3, приведены на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Входы неиспользуемого триггера DD1.2 (выводы 8—11) соединены с минусовой линией питания. Держатели плавкой вставки FU1 (0,5 А) — NF-004 (ZH-266, FC-001S) 5x20.

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/cont_light.zip*** *на нашем сервере.*

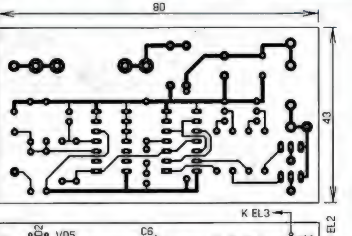
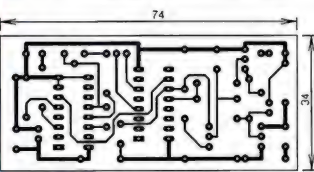


Рис. 1

БАХАРЕВ А. Автомат-выключатель новогодней иллюминации. — Радио, 2019, № 12, с. 30.

Печатная плата.

Чертежи печатной платы автомата и расположение элементов, кроме реле K1, выключателя SA1, светодиода HL1, разъёма XP1 и блока питания A1, приведены на **рис. 2**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Для стабилитрона VD1 с аксиальным расположением выводов на плате предусмотрено дополнительное отверстие. Подстроечный резистор R4 — СП3-38а или аналогичный.



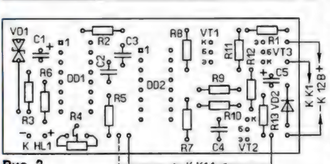


Рис. 2

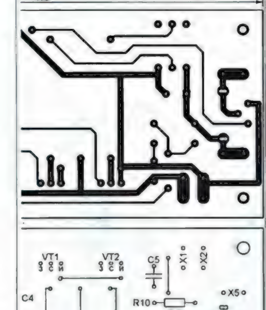
От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/auto.zip*** *на нашем сервере.*

СТАРОВЕРОВ А. Электронное зажигание с пониженным потреблением тока. — Радио, 2020, № 2, с. 24, 25.

Об элементной базе.

Диодный мост VD4 DB107, работающий на частоте около 20 кГц, желательно заменить на более высокочастотный, например КЦ407А, или установить четыре импульсных диода с максимальным обратным напряжением не менее 400 В, например FR104—FR107. Оксидный конденсатор C5 следует подобрать с минимальным ЭПС (ESR) или применить плёночный К73-17 с номинальным рабочим напряжением 63 В.

Фрагменты печатной платы и расположение элементов с диодным мостом КЦ407А и конденсатором C5 К73-17 приведены на **рис. 3**.



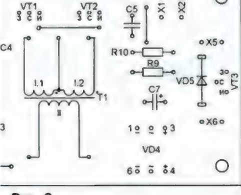


Рис. 3

От редакции. Чертежи печатной платы с установкой диодного моста КЦ407А и конденсатора К73-17 в форматах Sprint LayOut 6.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/ign_new.zip*** *на нашем сервере.*

РАДИО

E-mail: mail@radio.ru

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

о связи

Николай Валентинович Казанский (UA3AF) — один из организаторов радиолюбительского движения

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Николай Валентинович Казанский (1916—2002) вспоминал, как ему, десятилетнему пареньку, попал в руки журнал "Радиолюбитель" с описанием однолампового приёмника конструкции Оганова, на который один из московских радиолюбителей принимал у себя дома передачи вещательной радиостанции. Подумалось: "Вот здорово, мне бы так". Уже к концу года у него был такой же приёмник, но, увы, ничего принять на него он так и не смог. Только позже узнал, что в Красноярске, где жила тогда семья Казанских, ещё не было вещательной станции.

Вспоминал Николай Валентинович и журнал "Радио Всем", увлечение его вкладками "RA-QSO-RK", посвящёнными коротким волнам.

А как было ему не вспомнить конец 20-х годов — переезд в Казань и учёбу на курсах радиотелеграфистов при местном "Обществе друзей радио". На выпускных экзаменах Коля Казанский принял радиограмму со скоростью 120 знаков в минуту и получил "Диплом радиста 1-го класса"!

Потом была увлекательная работа в эфире. Сначала как наблюдатель — RK-4168, а затем — U4AM [1, 2].



Николай Валентинович Казанский.

Примечание. Ему помог стать коротковолновиком казанец — Алексей Иванович Рознаковский (U4AG, ранее — eu4BB, после войны — UA4RA).

Учась в институте, Николай Валентинович параллельно работал инструктором по радиолюбительству Дворца пионеров и в радиоклубе.

В 1939 г. Н. В. Казанский был призван на службу в Красную Армию, но прослужил всего один год и был комиссован по зрению.

После этого Николай Валентинович приехал в Москву и по рекомендации журнала "Радиофронт" стал инструктором по радиолюбительству в Казанском ОСОАВИАХИМе. Когда началась война, он все свои знания, всю свою энергию посвятил подготовке радистов для фронта.

После войны Н. В. Казанский переезжает в Москву и работает в ЦРК [1], а позже — в центральном аппарате ОСОАВИАХИМ (позже — ДОСАРМ, ДОСААФ).



QSL's U4AM.

В мае 1946 г., одним из первых в стране, он был награждён значком "Почётный радист" (см. п. 5 сообщения "Почётные радисты").

Значок "Почётный радист".

Сообщение "Почётные радисты".

Почетные радисты

Приказом от 7 мая 1946 г. Министра Вооруженных сил Союза ССР, за заслуги в деле развития радиотехники, организации радиосвязи и подготовки кадров радистов для Красной Армии награждены значком Почетный радист:

1. Герой Советского Союза тов. Кренкель Э. Т.

2. Доктор физико-математических наук профессор Хайкин С. Э. — научно-технический редактор журналов «Радио Всем» и «Радиофронт», автор ряда популярных книг по радиотехнике.

3. Старейшие работники радиолюбительского движения и работники журналов «Радиолюбитель», «Радио Всем» и «Радиофронт» — Бурлянд В. А., Гинкин Г. Г., Кубаркин Л. В., Спижевский И. И., Троицкий Л. В., Немцов В. Н.

4. Виднейшие советские коротковолновики: капитан Ветчинкин Л. Н., Востряков В. Б., Стромилов Н. Н., Ходов В. В., Костанди Г. Г.

5. Радиоработники Осоавиахима — Азатян Г. С., Бобровский Н. К., Бурдейный Ф. И., Гаращенко Н. Л., Емельянов М. Н., Казанский Н. В., Кисляцын Ф. П., Литвинов С. В., Михалев С. И., Морозов В. М., Рогожников Е. П., Черных Н. К.



QSL's UA3AF.

Николай Валентинович получает позывной UA3AF, который много лет звучит в эфире, что подтверждается несколькими тиражами его QSL's в разные годы.

Кроме работы в эфире, он принимает активное участие в судействе соревнований по радиоспорту, и в 1953 г. ему присваивается спортивное звание "Судья Всесоюзной категории".

Примечание. 20 октября 1953 г. ЦК ДОСААФ СССР учредил звание "Судья по радиолюбительскому спорту" (от "Судьи третьей категории" и до "Судьи Всесоюзной категории"). Первыми звание "Судья Всесоюзной категории" получили академик А. И. Берг, Ф. И. Бурдейный (UA3-1, перед войной — U3AE), Е. Н. Геништа, ***Н. В. Казанский (UA3AF)****, Э. Т. Кренкель (RAEM), В. Г. Мавродиади (UA3AH, перед войной — U3QD, до 1934 г. — eu2QB), Б. Н. Можжевелов, Ю. Н. Прозоровский (UA3AW, перед войной — U3BB, до 1934 г. — eu2QG), И. И. Спижевский, З. В. Топуриа и Б. Ф. Трамм.*

В 1961 г. радиоспорт был включён в "Единую Всесоюзную спортивную классификацию" (ЕВСК), и судьям по радиоспорту стали присваивать судейские звания единого образца.

С 1946 г., когда возобновился выход журнала "Радио", и до последнего дня своей жизни Николай Валентинович был членом редакционной коллегии журнала, помогая своими советами и опытом его становлению и развитию.

В 1949 г. ЦРК учреждает диплом Р-100-О. Первым в 1951 г. его получил Юрий Прозоровский (UA3AW). Интерес к этому диплому был большой, и поэтому журнал "Радио" опубликовал "Таблицу достижений по количеству подтверждённых областей (по сост. на 01.09.1952)". Лидером среди индивидуальных радиостанций был по-прежнему UA3AW (108 областей), а на втором месте оказался UA3AF (102 области).

В 1950 г. в издательстве ДОСАРМ вышли его книги "Радиостанция юного коротковолновика" (40 с.) и "Всеволновый батарейный супергетеродин" (14 с.). В 1951 г. в том же издательстве (совместно с Ф. В. Росляковым) выходит книга "Овладевай скоростным радиоприёмом" (28 с.).

В 50-х годах (совместно с Ф. Бурдейным (UA3-1), А. Камалягиным (UA4AF) и К. Шульгиным (UA3DA) тремя изданиями выходит "Справочник коротковолновика" (1950, 1953 и 1959 гг.). В 1957 г. в издательстве "Госэнергоиздат" выходит его книга "Схемы УКВ аппаратуры". С 1958 г. и в течение многих последующих лет был популярен изданный (совместно с Ф. Бурдейным) "Карманный справочник радиолюбителя-коротковолновика" (М.: ДОСААФ, 1958, 84 с.).

В декабре 1959 г. Н. В. Казанский был одним из создателей ФРС СССР [1].

В 1960 г. в Лейпциге (ГДР) были проведены первые Международные



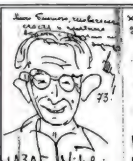
Значок "Судья Всесоюзной категории".

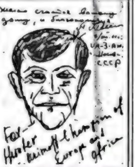


Значок "Всесоюзная коллегия судей по спорту".



Слева—направо (сидят): Э. Т. Кренкель (RAEM) и Н. В. Казанский (UA3AF).





Первый чемпионат мира по "Охоте на лис" (о. Лидинго, Швеция). Дружеский шарж на тренера Н. В. Казанского и чемпиона мира на диапазоне 144 МГц Ивана Акимова (UA3AHA, позже — UA3AG).



Значок "Заслуженный тренер СССР".

соревнования по "Охоте на лис" (ныне — СРП/ARDF). Н. В. Казанский был тренером сборной страны, а руководителем делегации — председатель ФРС СССР Э. Т. Кренкель.

В 60—70-х годах увидели свет три его книги: "Радиолюбительский спорт в СССР" (М.: ДОСААФ, 1960, 94 с.), "Радиоспорт в СССР", совместно с И. А. Демьяновым (М.: ДОСААФ, 1965, 112 с.), и "Наш друг Радио", совместно с И. А. Демьяновым и А. Л. Мстиславским (М.: ДОСААФ, 1974, 72 с.).

Примечание. В моей коллекции находятся несколько этих книг с дарственной его подписью.

Н. В. Казанский в течение многих лет избирался заместителем председателя ФРС СССР.

В рамках празднования 60-летия ДОСААФ в рубрике "Золотой фонд оборонного Общества" журнала "Радио" опубликована статья [3], посвящённая 70-летию Николая Валентиновича.

За заслуги в развитии радиоспорта и радиолюбительства Николай Валентинович Казанский был награждён орденами "Знак Почёта" и "Дружбы народов", медалью "За трудовую доблесть". Ему было присвоено звание "Заслуженный тренер СССР". В 1984 г. за большой личный вклад в развитие международного радиолюбительского движения был награждён медалью "IARU Reg. 1".

По вполне естественным причинам изложенный материал не может претендовать на право абсолютной исторической истины, но автор обработал доступные ему материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** Создание ФРС СССР (1959 г.). — Радио, 2019, № 12, с. 49, 50.
2. U4AM 1938 European Russia. — URL: http://hamgallery.com/qsl/country/European_Russia/u4am.htm (20.02 20).
3. **Мстиславский А.** Старейшина радиолюбительского цеха. — Радио, 1987, № 1, с. 5, 6.

BELLINGSHAUSEN

Станция "Беллинсгаузен", 29-я САЭ

Александр БОРЗЕНКОВ (YL2AG), г. Рига, Латвия

Мы продолжаем публиковать воспоминания радиолюбителей, которые в советское время работали на антарктических станциях. Сегодня автор статьи рассказывает о своей работе на антарктической станции "Беллинсгаузен".

Мой путь в Антарктику был не таким сложным, как многие думают. Мои друзья Сергей Кузмин (UQ2OC ex 4K1OC) уже был на "Молодёжной", Сергей Рифа (UQ2GDW ex 4K1GDW) собирался уезжать в Ленинград с 28-й советской антарктической экспедицией (САЭ). Все мы трое — с одной легендарной коллективки UK2GKW, впоследствии UQ1GWW.

С Сергеем я встретился перед отъездом, он сказал: "Саша, хочешь в Антарктиду, пиши заявление в Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) с подробной автобиографией". На тот момент я был КМС, имел первую категорию, и с телеграфом не было проблем. 1 апреля 1983 г. я получаю толстый конверт с кучей анкет. В конце мая поехал в Ленинград. Сдал документы, медкомиссию (около 20-ти врачей) прошёл за два дня. В конце августа получил ответ, что принят старшим радиотехником на станцию "Беллинсгаузен" в 29-ю САЭ, где в это время работал Сергей (4K1GDW). Я опускаю моё путешествие через четыре континента и три океана. Это тоже очень интересно, но не для этой статьи.

27 декабря 1983 г. наш белый теплоход "Байкал" бросил якорь возле станции "Беллинсгаузен". Погода была пасмурной, а на берегу нас встречали четыре королевских пингвина. Разгрузились, встретились с ребятами, которые уходили после зимовки. Встреча была очень тёплой, сами понимаете. Работа началась на следующий день. Поселили меня не в дом, где жил и работал Сергей (4K1GDW), а в общежитие, но в отдельную комнату. Из аппаратуры у меня был приёмник с передающей приставкой Якова Лаповка (UA1FA), который мне дал в экспедицию Володя Кондерандо (UQ2GC). Нашёл бухту армейского канатика длиной 42,5 м и с крыши общежития на высоте четырёх-пяти метров натянул его на другой дом. Эфир полностью забит LU, CE, CX, W и другими префиксами Южной и Северной Америки. Первые два месяца работал позывным 4K1F. С моими 50 Вт и "верёвкой" на конце у меня даже были небольшие pile up, в основном на частоте 14 МГц. Ночью, когда был на вахте, чтобы не уснуть, запускал КВ5 (армейский передатчик мощностью 5 кВт) на частоте 7 МГц и устраивал эфирный пир для себя. Американцы просто плакали...

Антарктическая станция "Беллинсгаузен". Здание с белым шаром на крыше — радиорубка.

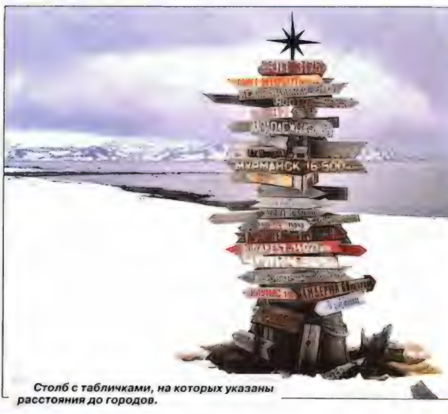


Теперь немного лирики... Когда я учился в Рижском лётно-техническом училище гражданской авиации, к нам на радиостанцию UK2GAG пришёл кубинец Jose Rodrigas, который учился у нас. Мне было очень интересно, как он работал с Южной Америкой. Я тоже захотел говорить по-испански. Он меня обучал разговорному испанскому целый год. Это мне пригодилось в Аргентине, а потом и на "Беллинсгаузене". В Буэнос-Айресе, когда мы выходили из ворот порта, стояли солдаты. Я начал спрашивать их по-английски, они сразу перещёлкнули затворы на автоматах. Тогда была война на Мальдивах. "English, no, no. Mi russo el barko Baikal". Отношение к нам сразу изменилось. Я понял, русских очень любят в Аргентине. Мы с ними чуть ли не обнимались, они объяснили нам, куда надо ходить, а куда — ни в коем случае. Буэнос-Айрес очень красивый город, я таких больше не видел.

В сентябре 1984 г. было открытие первого чилийского городка в Антарктиде. На открытии присутствовал президент, сам Аугусто Пиночет с дочерью Марией. Я сам его видел, правда, только в бинокль. Дорога от аэродрома до городка — около 1 км. На середине дороги он остановил машину и разглядывал наш "Беллинсгаузен" в бинокль, а я в этот момент изучал его. Эта важная персона находилась от меня примерно в ста метрах.

Станция "Беллинсгаузен" — вид с моря. Справа — первая в Антарктиде православная церковь.





Столб с табличками, на которых указаны расстояния до городов.

Метель. Вид на радиорубку.



Ночной вид станции "Беллинсгаузен". На дальнем плане — чилийская станция Mursh.

С чилийскими радистами я перезнакомился уже через неделю после прибытия. У нас был тесный контакт по работе, потом мы ходили друг к другу в гости.

Животный мир на острове очень отличался от "Молодёжной" и "Мирного". Сотни пингвинов Адели, они никогда, даже во время зимы, не покидали остров. Десятки тюленей, много морских леопардов. Поморники, похожие на огромных ворон, только серого цвета. Один, по кличке Гриша, всегда жил у нашей радиорубки. Я его подкармливал с руки, но в брезентовой перчатке. Палец отхватить — раз плюнуть. На берегу Тихого океана за аэродромом много слонов размером около пяти метров. У каждого был свой гарем из пяти-шести подружек.

Интересным занятием для меня являлась рыбалка, но только в сезон. Излюбленным блюдом для нас была рыбка нототения, средний вес её от 300 до 500 г. Сбегаешь на нефтебазу, попрыгаешь с камня на камень, за час рыбалки у тебя 15...20 кг в сумке. Из-под одного камня больше двух штук не выудить. Они живут парами. В основном я их вялил и коптил. Иван, наш повар, мог свежую рыбу пожарить или супчик из неё сварить.

В начале марта Саша, радист из 28-й САЭ, ушёл домой. Я получил лицензию 4K1GAG и переехал в дом, где до этого работал Сергей (4K1GDW). Рабочее место, по тем временам, было оборудовано просто шикарно. Приёмник Р-250 для сплита, усилитель мощности на двух лампах ГУ-81, антенна типа VS1AA 84 м на высоте 20 м. Вот началась настоящая работа. Установил постоянную связь с UQ1GWB, с Володей (UQ2GC). Он собирал народ на трафик, много было радиолюбителей из СССР. О Южной и Северной Америке вообще говорить не стоит: устраивал настоящие свалки в эфире.

Личный рекорд — 362 QSO SSB. Много работал CW. На диапазоне 80 метров устанавливал частоту 3640 кГц и американцев растягивал от 3800 до 3850 кГц. Однажды в сентябре проснулся около пяти утра перед вахтой, надо послушать 80 метров, может какие японцы будут, и услышал русскую речь без позывных "брэк, брэк". Один из них, а это был Валерий (UA0QBB), говорит: "Кто-то из наших подошёл". Когда сказал, что 4K1GAG, наступила тишина. "Валера, это я, Саша UQ2GAG Южно-Шетландские острова". У Валеры было радости... Я с ним ещё знаком с 1979 г. Тогда Саша Уржумцев (RG5A) познакомил меня с ним в рижском радиоклубе. За две недели Валера перетащил на связь со мной весь Дальний Восток.

В CQ WW SSB 1984 г. работал по мере возможности, потому что надо было и на основной вахте работать. Провёл

около 1600 QSO и занял 1-е место... в Антарктиде!

Работа на острове не всегда была такой хорошей, как я обрисовал. Ветер — 43 м/с, на вахту 150 м полз по-пластунски. Обледенение на антеннах — биметалл обрастал льдом диаметром 6 см. Повалило три мачты высотой по 20 м. Трое суток без связи. В метель пришлось восстанавливать. Бывало, что из Чили вылетал транспортный самолёт С-130, проходил точку возврата, а у нас начиналась метель или туман в сезон. Чилийские лётчики — молодцы. Такую махину посадить без курсо-глиссадной системы, только дальний привод, радиомаяк и аэродромные огни, не каждому дано. Экипажу, если не доставить груз, нужно либо покрыть все расходы или утопиться в проливе Дрейка. Они мне сами рассказывали. К концу зимовки я уже неплохо говорил по-испански.

К сожалению, среди новых радистов, которые нас меняли, не было ни одного радиолюбителя. Уходили мы домой 9 января 1985 г.

Подвожу итоги: провёл около 20000 связей, все QSL, которые получил, подтвердил и отправил через бюро. Очень многого я не написал, для этого нужна небольшая книга. Очень благодарен ребятам, с которыми работал на станции. Ни одного конфликта на станции не было — коллектив подобрался отличный. Память о станции "Беллинсгаузен" осталась на всю жизнь.

Поздравляю всех полярников с 200-летием открытия Антарктиды! *Это началось именно с острова Ватерлоо (King George).*

Фотографии к статье следующих авторов: PaoMic, Arcibel, LBM1948, Akulovz, взяты из Википедии.

"Дельта" с переключаемой поляризацией для диапазона 40 метров

Геннадий УНДЫШЕВ (RN3KV), с. Терновка Воронежской обл.

Эта антенна — окончательный вариант одной из моих первых "дельт" для диапазона 40 метров, претерпевшей несколько доработок. Схематически она изображена на **рис. 1**. Рамка антенны, представляющая собой равносторонний треугольник, установлена на диэлектрической мачте высотой 15,5 м. Её нижняя сторона находится на высоте 2,5 м от поверхности земли, "противовес" проложен вдоль мачты вверх от нижней стороны рамки. Лучше было бы повернуть его вниз, но пришлось бы делать более высокую мачту. Были испытаны по два—четыре противовеса, растянутых в стороны и даже намотанных на половины нижней стороны рамки, но эти варианты были признаны неудачными.

Чтобы получить вертикальную поляризацию, точки A и C соединяют, превращая "дельту" в объёмный полуволновый вертикал с "противовесом". При этом её входное сопротивление возрастает до 1000...1500 Ом.

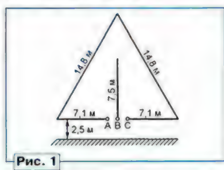


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Первоначально рамка и противовес были сделаны из изолированного многожильного медного провода ПВ-3 сечением по меди 2,5 мм^2. Но он прослужил всего около двух лет и был заменён полевым телефонным кабелем П274, который служит без замены уже десять лет. Разницы в работе антенн из разного провода замечено не было.

При горизонтальной поляризации антенну питают в середину нижней стороны (точки A и C) коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом. Получается обычная всем известная "дельта" с горизонтальной поляризацией. При указанных размерах её входное сопротивление — 50 Ом.

Для согласования антенны с кабелем в этом режиме служат "противовес" (он компенсирует реактивную составляющую) и трансформатор 1250/50 Ом. У меня он намотан на ферритовом кольце от отклоняющей системы старого телевизора УНТ. Обмотки I и II — соответственно 3 и 12 витков провода ПЭЛ диаметром 0,8 мм. Поляризацию изменяют, как показано на **рис. 2**, с помощью реле, имеющего две группы контактов на переключение. Реле РЭС9 успешно работает с трансивером мощностью 100 Вт.

Выяснилось, что при горизонтальной поляризации "противовес" на работу антенны почти не влияет. Поэтому его можно не отключать. Это позволяет использовать реле с одной группой контактов. Такой вариант управления поляризацией показан на **рис. 3**. Управляющее напряжение можно подавать на обмотку реле по фидеру согласно схеме на **рис. 4**. Только не забудьте установить в трансивере развязку цепей высокой частоты и питания катушки реле.

Приступая к настройке антенны, включите горизонтальную поляризацию. Затем, изменяя размеры рамки, настройте её на середину диапазона. При этом изменением высоты рамки добивайтесь активной составляющей её входного сопротивления R, равной 50 Ом. Длиной нижней стороны постарайтесь свести к нулю реактивную составляющую X.

После компенсации X снова проверьте и при необходимости подгоните R. Возможно, эти операции придётся повторять неоднократно. Чтобы не опускать каждый раз антенну, можно для изменения R передвигать изоляторы нижних углов рамки вдоль её полотна, а для изменения X изменять длину её нижней стороны. Переключившись на вертикальную поляризацию, что увеличит R до 1250 Ом, устраните X длиной "противовеса".

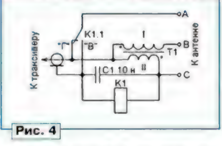


Рис. 4

При изготовлении и настройке старайтесь не нарушать симметрию антенны. От неё зависит подавление излучения с горизонтальной поляризацией в режиме вертикальной поляризации, а также зенитного излучения. Это важно для уменьшения помех от близко расположенных станций.

От редакции. *По адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/d40.zip*** *имеются файлы моделей этой антенны для программы MMANA.*

Определение сопротивления высокоомных резисторов с помощью мультиметра

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Если потребность в измерении высокоомных резисторов возникает не часто, изготавливать для этого специализированный прибор [1] или приставку, как, например, в [2], не всегда целесообразно. Определить сопротивление высокоомного резистора можно мультиметром в режиме измерения сопротивления, если параллельно с резистором известного сопротивления подключить проверяемый резистор [3]. Но при сопротивлении резистора более 20 МОм погрешность резко возрастает.



Рис. 1



Рис. 2

Более простым вариантом может быть косвенное измерение сопротивления с помощью дополнительного источника питания [4] и мультиметра. Но и источник питания может быть не всегда доступен или стабилен, хотя в большинстве случаев можно обойтись без дополнительного источника напряжения. Такая ситуация относится в первую очередь к мультиметрам серий M-83x, DT83x и аналогичных с другими названиями, у которых есть режим измерения коэффициента передачи тока базы маломощных транзисторов [5, 6]. Дело в том, что у таких мультиметров на разъём (**рис. 1**) для подключения транзисторов выведено напряжение внутреннего источника $U_{оп}$ = 3 В, которое стабильно. Убедиться в его наличии и измерить можно, соединив отрезком провода контакт "NPN с" с входом мультиметра "VΩmA" (**рис. 2**). Именно это напряжение и можно использовать для измерения сопротивления высоомных резисторов. Для этого надо вспомнить один из основных законов электротехники о последовательном соединении резисторов. Конечно, это будет не прямое измерение сопротивления резистора, и его придётся рассчитать. Но это не является проблемой, поскольку в каждом сотовом

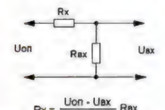


Рис. 3

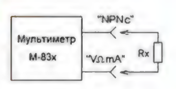


Рис. 4

телефоне есть встроенный калькулятор, а быстрые приближённые вычисления можно сделать и в уме.

Схема проведения измерений и расчётная формула показаны на



Рис. 5



Рис. 6

рис. 3. Здесь $R_{вх}$ — входное сопротивление мультиметра в режиме измерения постоянного напряжения. Этот параметр известен, как и значение $U_{оп}$, поэтому потребуется только измерить напряжение на входе мультиметра. Если $R_{вх}$ будет выражено в мегаомах, результат также будет в мегаомах. Применительно к мультиметру схема измерения показана на **рис. 4**. Но подключить резистор к указанным гнёздам, как правило, затруднительно. Поэтому для подключения резистора к указанным гнёздам следует применить штатные измерительные провода мультиметра с дополнительными вилками и штырями. Для удобства подключения вилка одного из проводов снабжена разъёмом-переходником, чтобы подключить его к гнезду "NPN c" мультиметра. Щупы этих двух проводов снабжены съёмными разъёмами — доработанными зажимами "крокодил". Для измерения сопротивления резистора полярность подключения разъёмов, конечно же, не имеет значения. Кстати, доработанные зажимы "крокодил" удобно использовать совместно с мультиметром и в других измерениях. Именно поэтому насадки на зажимы должны отличаться друг от друга цветом и соответствовать цвету измерительных проводов.

Доработку зажимов "крокодил" проводят в следующей последовательности. Для того, чтобы была возможность фиксации щупа измерительного провода мультиметра в "крокодиле", были использованы пружинные гнёзда-контакты от разъёма (**рис. 5**), широко используемого в системных блоках компьютеров для подключения питающего напряжения. Пружинные контакты аккуратно извлекают из разъёма и припаивают к "крокодилам" в защищённом месте (**рис. 6**). Для лучшей фиксации штырей мультиметра контакты можно немного поджать. Разъём-переходник (**рис. 7**) изготовлен из гнезда для подключения вилки ШП4 и проволочного штыря диаметром 1 мм. Гнездо и штырь спаяны под прямым углом, чтобы измерительный провод "лежал" на мультметре и не разбалтывал гнездо для подключения транзисторов. Разъём-переходник и доработанные "крокодилы" для хранения без проблем можно разместить в штатной коробке-упаковке мультиметра.

Предварительно надо с помощью другого мультиметра измерить входное сопротивление первого мультиметра в режиме измерения постоянного напряжения (DCV) на пределах "200m" и "2000m". Полученный результат следует использовать в проведении дальнейших расчётов. Чтобы сделать их более удобными, входное сопротивление, расчётную формулу и схему измерения (см. рис. 4) можно разместить на небольшом шильдике, который надо защитить клейкой лентой и приклеить на задней крышке мультиметра. Предел измерения постоянного напряжения "20" (а также и другие — "200" и "1000") в данном случае не используются, поскольку он может потребоваться только для измерения резисторов сопротивлением до



Рис. 7

1 МОм, а это можно сделать в штатном для мультиметра режиме.

Погрешность измерения определяется погрешностью самого мультиметра, в первую очередь, небольшой разрядностью его индикатора, что будет сказываться при измерении малых напряжений. Поэтому чем больше сопротивление резистора, тем больше будет погрешность. Но она частично компенсируется, поскольку для измерения входного напряжения используется встроенный источник



Рис. 8

"C NPN"

Мультиметр M-83x

"VΩmA"

Rx

$$Rx = \frac{Uon - Uвх}{Uвх} Rвх$$

REFER TO MANUAL

U_{on} =3000 мВ $R_{вх}$ = 1 МОм

U, мВ	R, МОм	U, мВ	R, МОм
5	599	100	29
10	299	200	14
20	149	500	5
50	59	1000	2

Рис. 9

напряжения $U_{оп}$. Пример определения сопротивления высокоомного резистора КЭВ показан на **рис. 8**. Измеренное напряжение — 8,7 мВ (входное сопротивление мультиметра M-838 — 1,002 МОм). Расчёты дают результат: $R_{x} = 1{,}002(2960 - 8{,}7)/8{,}7 = 339{,}9$ МОм, что хорошо согласуется с маркировкой на этом резисторе — 330 МОм и допуском ±5 %. Кстати, проверка нескольких б/у резисторов КЭВ с номинальным сопротивлением 100 МОм показала, что они неисправны, хотя видимых повреждений на них нет.

Максимальное определяемое сопротивление зависит от минимального измеряемого мультиметром напряжения. Для мультиметров серий M-83x и DT83x — это 0,1 мВ, поэтому максимальное сопротивление — 30 ГОм, но погрешность при этом будет высока. Для её уменьшения следует применить мультиметр с бо́льшим входным сопротивлением, например, серии АРРА с входным сопротивлением 10 МОм, но тогда потребуется внешний источник напряжения.

Для быстрой оценки сопротивления измеряемого резистора (или конденсатора) можно сделать **таблицу** соответствия показаний мультиметра и сопротивления резистора (таблица), которую вместе со схемой измерения можно

U_{on} =3000 мВ $R_{вх}$ = 1 МОм

U, мВ	R, МОм	U, мВ	R, МОм
5	599	100	29
10	299	200	14
20	149	500	5
50	59	1000	2

разместить на задней крышке. При желании таблицу можно сделать более подробной, исключив тем самым необходимость проведения расчётов. Пример размещения схемы и таблицы показан на **рис. 9**.

Указанный способ пригоден и для измерения сопротивления утечки оксидных конденсаторов различных типов. Для этого надо подключить конденсатор с соблюдением полярности (плюс — на контакте "NPN c") и дать время для его зарядки до тех пор, пока показания мультиметра станут стабильными. Так можно отобрать из партии конденсатор с наибольшим сопротивлением утечки, например, для их применения во времязадающих цепях различных радиоэлектронных узлов. Таким же способом можно измерить и обратный ток p-n переходов диодов и транзисторов. При этом следует учесть, что показания мультиметра на пределе 200 мВ (200m) будут соответствовать 1 мВ = 1 нА. Но в этом случае недостатком является небольшое испытательное напряжение — 3 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Простой цифровой мегомметр. — Радио, 1996, № 7, 32, 33.

2. **Глибин С.** Мегомметр до 200 МОм — приставка к мультиметру. — Радио, 2017, № 7, с. 54.

3. **Артеменко В.** Измерение сопротивления высокоомных резисторов. — Радиолюбитель, 1998, № 12, с. 27.

4. Измерение больших сопротивлений в радиолюбительских условиях. — URL: **https://cxem.net/izmer/izmer167.php** (09.12.19).

5. Измерение больших сопротивлений. — URL: **http://radiopolyus.ru/sxemy-dlya-izmerenij/94-izmerenie-bolshix-soprotivlenij** (09.12.19).

6. **Пшеничный Л.** Оценка высокоомных сопротивлений мультиметром. — URL: **http://radio-hobby.org/modules/news/article.php?storyid=230** (09.12.19).

Использование кабеля КСРВ в радиолюбительском монтаже

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

При изготовлении радиолюбительских конструкций возникает необходимость в устройстве перемычек на платах, а также в электрическом соединении различных элементов конструкции между собой. Для этого радиолюбители обычно используют провод МГТФ или провода в изоляции из поливинилхлорида (ПВХ). Каждый из этих видов проводов имеет свои преимущества и недостатки. Провод МГТФ отличается повышенной гибкостью, но его непросто зачищать, а у провода с ПВХ изоляция оплавляется при пайке.

В тех случаях, когда от проводника не требуется повышенная гибкость, например перемычки на печатных и макетных платах, а также соединения между платами, для выполнения соединений удобно использовать жилы кабеля КСРВнг(А)-FRLS (**рис. 1**). Этот кабель предназначен для монтажа систем пожарной сигнализации и является огнестойким (предел огнестойкости кабеля в условиях воздействия пламени — 180 мин). Каждая жила имеет одинарный медный провод в изоляции из керамизирующейся кремнийорганической резины и оболочку из ПВХ-пластиката пониженной пожарной опасности. Кабель выпускается с числом жил от двух до десяти, одинарной или двойной скрутки (есть также экранированный вариант), а подробные сведения об этом и других подобных кабелях можно найти в Интернете на сайте производителя (Кабели огнестойкие для систем пожарной безопасности ТУ 3581-014-39793330-2009. — URL: **https://paritet.su/upload/specifications/2_KSRV_KSRVG_FRLS.pdf** (06.02.20)).



Рис. 1



Рис. 2

Рис. 4



Рис. 3

По мнению автора, наиболее удобно использовать кабель КСРВнг(А)-FRLS 2×0,5 (первое число — число жил, второе — диаметр жилы), обрезки которого всегда остаются при монтаже пожарной сигнализации. Кроме изготовления собственно перемычек, изоляцию, снятую с жил кабеля, можно надевать на выводы радиоэлементов для предотвращения их замыкания между собой. В отличие от изоляции из ПВХ, кремнийорганическая резина не плавится при пайке. Это наглядно иллюстрирует **рис. 2**, где слева на вывод резистора надет отрезок ПВХ-изоляции, снятой с монтажного провода, а справа — изоляционная трубка из кремнийорганической резины, которая не оплавляется даже при многократных перепайках.

Другое применение жил кабеля КСРВ — удлинение выводов микросхем и других радиокомпонентов (**рис. 3**). Применительно к микросхеме удобство заключается в том, что во время пайки проводник не нужно удерживать. Достаточно аккуратно надеть зачищенный отрезок провода на вывод (вывод детали войдёт между жилой провода и его изоляцией, как видно на рис. 3 слева), а затем, разместив микросхему в удобном для пайки положении, припаять жилу к выводу (см. рис. 3, справа).

При зачистке кабеля КСРВ также образуется "побочный" продукт — остатки внешней оболочки кабеля. Если при зачистке не разрезать её вдоль, а снимать участками, надрезая по окружности, такую трубку можно использовать для дополнительной изоляции проводов, а также надевать её на выводы радиодеталей или "прятать" их в ней целиком (**рис. 4**). В отличие от трубки из ПВХ, оболочка кабеля КСРВ, так же как и изоляция его жил, не плавится при пайке.



Учим говорить игрушку-аниматроник Bluechicken

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В продолжение темы моей статьи "Игрушка-аниматроник Bluechicken" ("Радио", 2020, № 2, с. 60—62) предлагаю читателям описание создания приложения для смартфона, позволяющего управлять произнесением игрушкой различных фраз. Схема варианта игрушки для этого случая показана на **рис. 1**. В её работе, кроме платы Arduino Uno (A2), использованы Bluetooth-модуль A1 и два сервопривода A3 и A4.

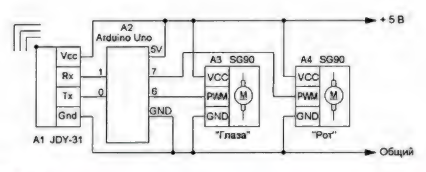


Рис. 1



Рис. 2

Для визуальной совместимости проговариваемых слов и анимации рта применено (как один из вариантов) послоговое произношение, т. е. открывание—закрывание рта при каждом слоге. Текст самой фразы записывается в файл с расширением **.txt** и хранится в корневой папке смартфона. Приложение и плата постоянно обмениваются командами для синхронизации процесса.

Внешний вид изображений экрана приложения представлен на **рис. 2**. После открытия приложения нажимаем на кнопку "ВЫБОР", и появляется окно с вариантами подключений. У автора — это модуль JDY-31-SPP. Далее, при нажатии на кнопку "СКАЗАТЬ", воспроизводится вариант записанной в скетч анимации (вращение глазами и произнесение фразы: "Привет, мой старый друг, как твои успехи?"). Для её повторения достаточно ещё раз нажать на кнопку "СКАЗАТЬ".

Структура блоков приложения (изготовлено в среде разработки Andriod-приложений MIT App Inventor 2) показана на **рис. 3**. Блок 1 считывает содержимое файла **bluechiken.txt** с фразой в приложение. Блок 2 разделяет текст на слога по символу ";" и помещает их в переменную-массив SPISOK с нумерацией элементов. Для этого записанная в одну строку фраза должна иметь вид **при;вет;мой;ста;рый;друг;как;твои;ус;пе;хи;**.

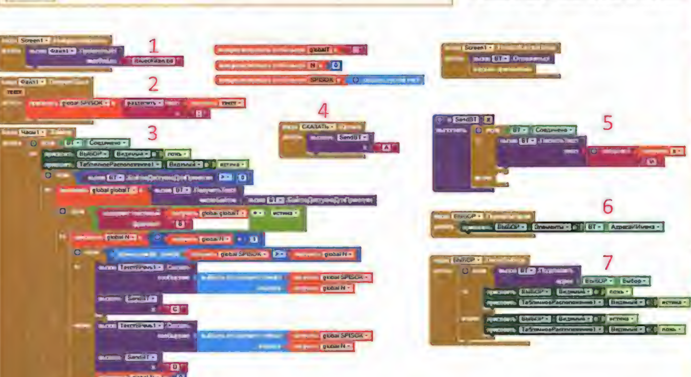
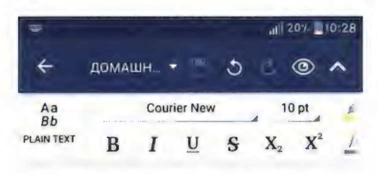


Рис. 3



при;вет;мой;ста;рый;друг;как;твои;ус;пе;хи;
по;го;да;се;го;дня;так;се;бе;
ме;ня;зо;вут;цы;плё;нок;блю;чи;кен;
я;иг;ру;шка;а;ни;ма;тро;ник;
раз;два;три;че;ты;ре;пять;я;иду;те;бя;ис;кать;
мои;фра;зы;на;ив;ны;и;по;рой;глу;пы;
на;учи;ме;ня;но;вым;фра;зам;



Рис. 4

Блок 3 примерно десять раз в секунду проверяет, пришла ли команда (символ **B**) на произношение очередного слога. Если команда пришла, произносится слог из массива под номером **N**. По окончании слогов в плату отправляется команда-символ **D** на окончание анимации. Для запуска и её повторения используется блок 4 (отправка символа **A**). Блок 5 — это функция отправки символов-команд. Блоки 6 и 7 отвечают за подключение приложения и смену изображений экрана.

После установления связи между смартфоном и игрушкой плату Arduino Uno нужно перезагрузить и уже далее использовать приложение. В случае, если сервопривод рта при работе сильно шумит, можно использовать для усиления звука от смартфона колонки для компьютера. Содержание фразы можно менять на любое, придерживаясь указанной выше орфографии.

Получив первичные навыки по работе в MIT App Inventor 2 и Arduino IDE, приложение и скетч можно изменять, например, добавляя новые сценарии анимации, кнопки управления и органы исполнения в схему игрушки. Используя функцию распознавания речи, можно добиться от игрушки "осознанного" ответа на фразу, содержащую заданное ключевое слово.

Немного изменив исходное приложение (файлы в папке "Дополнения"), можно составить список фраз на все случаи жизни (**рис. 4**), случайным образом выбирая их кнопкой "СКАЗАТЬ".

***От редакции.** Скетч для Arduino Uno и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/04/bluechicken.zip** на нашем FTP-сервере.*

Викторина "Микроконтроллеры и переменные резисторы"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Переменным называют резистор, сопротивление между выводами которого можно изменять физическим перемещением подвижного контакта. Такие резисторы имеют, как правило, три вывода — от крайних точек неподвижного резистивного элемента и от подвижного контакта. Однако встречаются переменные резисторы и с двумя выводами, один из выводов резистивного элемента у них отсутствует. Переменные резисторы, имеющие дополнительные выводы от промежуточных точек резистивного элемента, предназначены, как правило, для тонкомпенсированных регуляторов громкости. В быту переменные резисторы прочно ассоциируются с ручками или движками регулировки громкости и тембра в радиоприёмниках, УМЗЧ и другой электронной аппаратуре.

Переменные резисторы бывают регулировочными и подстроечными. Регулировочные приспособлены, как правило, для установки на передних панелях аппаратуры, управляют ими с помощью удобных ручек. Выдерживают они до сотни тысяч перемещений подвижного элемента от упора до упора.

Подстроечные резисторы устанавливают непосредственно на монтажных (печатных) платах или выводят их ось на переднюю панель "под шлиц". Они рассчитаны на подстройку с помощью отвёртки или другого инструмента, причём ресурс у них значительно меньше, чем у регулировочных. Иногда он не превышает нескольких десятков перемещений подвижного элемента от упора до упора. Подстроечные резисторы бывают снабжены средствами его фиксации в установленном положении.

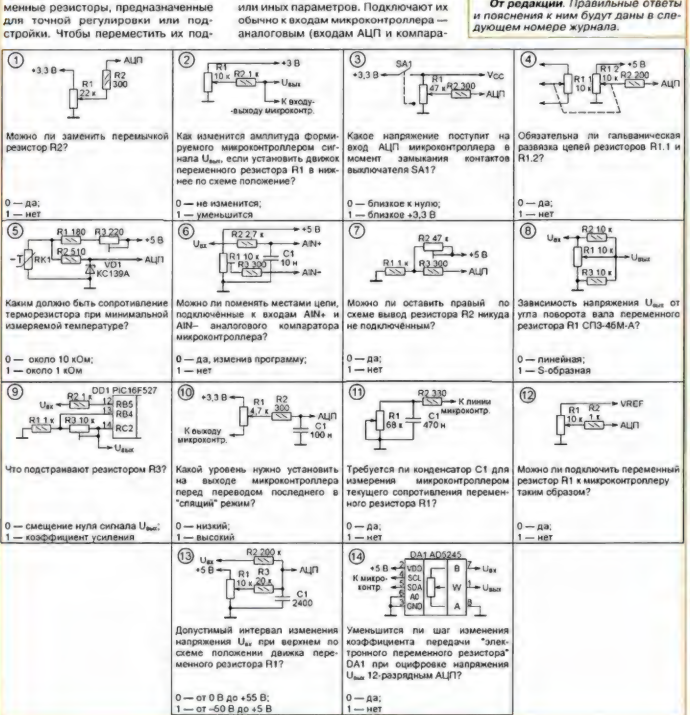
В последнее время получили распространение многооборотные переменные резисторы, предназначенные для точной регулировки или подстройки. Чтобы переместить их подвижный элемент от упора до упора, требуется до нескольких десятков оборотов вала.

Подробные сведения о классификации и параметрах резисторов, в том числе переменных, можно найти в справочнике "Резисторы" под редакцией **Четверткова И. И.** и **Терехова В. М.** (М.: Радио и связь, 1991).

В микроконтроллерной технике переменные резисторы служат датчиками угла поворота или линейного перемещения, регуляторами параметров устройства, органами калибровки, задатчиками порогов срабатывания или уровней стабилизации тех или иных параметров. Подключают их обычно к входам микроконтроллера — аналоговым (входам АЦП и компараторов напряжения) и обычным цифровым.

Каждый вопрос в **таблице** проиллюстрирован схемой узла, содержащего переменный резистор. На него даны два ответа, обозначенных цифрами 0 и 1, но лишь один из них правильный. Выбрав верные, по вашему мнению, ответы на все вопросы, запишите соответствующие им цифры в ряд слева направо в порядке номеров вопросов. Полученное 14-разрядное двоичное число переведите в десятичную систему счисления. Если результат будет **5751**, то всё правильно.

***От редакции.** Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.*



Измеритель уровня воды

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В статье с таким названием в "Радио" за 2016 г., № 7 на с. 49, 50 был описан измеритель уровня воды с ёмкостным датчиком и цифровой индикацией. После нескольких лет эксплуатации микросхема АЦП, входящая в состав устройства и изготовленная более 30 лет назад, вышла из строя. Автор решил не заменять 40-выводную сравнительно дорогую микросхему, а для аналого-цифрового преобразования и индикации использовать малогабаритный встраиваемый вольтметр, купленный в Интернет-магазине.

Приобретённый цифровой трёхразрядный встраиваемый вольтметр со светодиодной индикацией и максимальным пределом измерения 200 В имел на входе делитель напряжения из резисторов 510 и 8 кОм. Резистор 510 кОм на плате был замкнут перемычкой (**рис. 1**), в результате чего напряжение, которое необходимо подать на вход вольтметра для получения показания 200, стало равным 3 В. Схема доработки измерителя приведена на **рис. 2**. Конденсаторы, диоды и резистор R5 на этом рисунке — элементы ранее описанного устройства. При почти полной бочке показание вольтметра PV1 должно быть около 150, его входное напряжение при этом — 2,25 В, но на резисторе R5 — всего 150 мВ. Можно увеличить сопротивление этого резистора, чтобы получить необходимое напряжение на нём, однако нелинейность измерителя при этом резко возрастёт. Для сохранения малой нелинейности необходимо увеличить это напряжение в 2,25/0,15 = 15 раз.

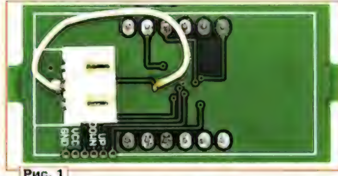


Рис. 1

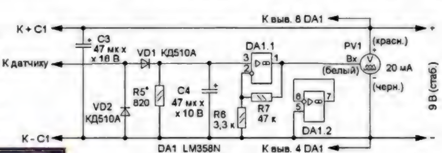


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Такое усиление несложно получить, используя один ОУ, для этого подойдёт микросхема LM358N. ОУ этой микросхемы очень удобны для решения поставленной задачи, поскольку имеют допустимые интервалы изменения как входного, так и выходного сигнала, начинающиеся от 0 В. Подключение входов второго ОУ DA1.2 исключает влияние наводок и утечек на работу этой микросхемы. Соотношение сопротивлений ре-

зисторов R7 и R6 обеспечивает необходимый коэффициент усиления

$K_у = (1+R7/R6) = 1+47/3,3 = 15,2.$

В устройстве использована ранее изготовленная печатная плата измерителя уровня, дополнительно на ней установлена проволочная перемычка, соединяющая минусовый вывод конденсатора С3 с минусовой линией питания устройства. Дополнительные детали (DA1, R6, R7) установлены на небольшой монтажной плате, предназначенной для распайки восьмивыводных микросхем в корпусах DIP. Плата закреплена встык с основной платой с помощью двух отрезков медного провода диаметром 0,6 мм, служащих также для её подключения. Доработанный измеритель собран в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 100×60×25 мм (**рис. 3**).

Налаживать устройство не сложно. Взамен реального датчика удобно использовать конденсатор ёмкостью, соответствующей почти полной бочке (**рис. 4**), в данном случае — 270 пФ. Если показания не соответствуют необходимым и резистором R3 не удаётся получить требуемый результат, можно подобрать резистор R5 или конденсатор С2, резисторы R1, R6, R7 (смотря, что удобнее).

Для питания измерителя не обязательно использовать источник 9 В, поскольку микросхемы серий К561, LM358N и вольтметр не критичны к напряжению питания. Можно, например, использовать стабилизированный БП с выходным напряжением 12 В, но тогда на это напряжение должны быть рассчитаны оксидные конденсаторы. Использование стабилизированного БП на 5 В возможно, но это несколько хуже, поскольку увеличивается нелинейность. При отличном от 9 В напряжении питания следует, в первом приближении, пропорционально ему изменить сопротивление резистора R6, поскольку чем выше напряжение питания, тем больше сигнал на резисторе R5 и тем меньшее усиление требуется от ОУ DA1.1.

Можно применить более дешёвый и распространённый встраиваемый вольтметр с предельным напряжением 100 В, но в этом случае индикация будет в процентах от максимального заполнения.

Стенд для изучения работы логических элементов

М. ШУСТОВ, г. Томск

Стенд предназначен для наглядного изучения начинающими радиолюбителями функционирования основных логических элементов цифровой техники, работа которых имитируется с помощью минимального набора элементов — переключателей, светодиодов, диодов и резисторов.

Предлагаемый стенд позволяет наглядно иллюстрировать работу основных (базовых) логических элементов: ПОВТОРИТЕЛЬ; ИНВЕРТОР; ИЛИ; ИЛИ-НЕ; И; И-НЕ; ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ; ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ, а также таких неклассических элементов, как ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ и ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ-НЕ.

В **табл. 1** приведены УГО основных логических элементов, принятые в разных странах в разное время, а также в программах схемотехнического моделирования. Это позволит читателю свободно ориентироваться в обозначениях логических элементов, встречающихся на страницах технических изданий. В этой же таблице приведены формулы для описания их работы, а также таблицы истинности, которые отображают реакцию выходного сигнала Y на совокупность всевозможных сочетаний входных сигналов **X1, X2 ... Xn**.

На **рис. 1—рис. 10** приведены электрические схемы узлов, позволяющих имитировать работу базовых логических элементов. Для наглядности и повышения эффективности визуального восприятия информации логическим уровням соответствуют светящие разноцветные светодиоды. Светодиод зелёного свечения соответствует уровню лог. 0, светодиод красного свечения — уровню лог. 1.

Работа светодиодных индикаторов основана на том, что при параллельном подключении двух разноцветных светодиодов через токоограничивающий резистор к источнику питания весь ток будет протекать через светодиод, требующий меньшего напряжения, достаточного для его яркого свечения [1, 2]. Например, светодиод красного свечения, как правило, будет светить при напряжения 1,8 В; светодиод зелёного свечения — при напряжении 2 В. Следовательно, при параллельном подключении двух светодиодов красного и

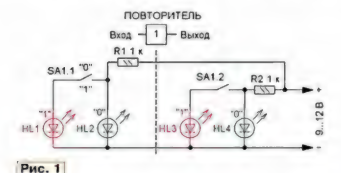


Рис. 1

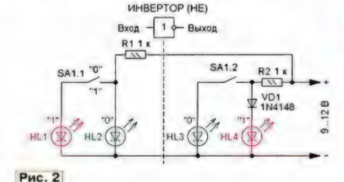


Рис. 2

Таблица 1

Наименование логического элемента	УГО логических элементов				Осциллограммы	Формула	Таблица истинности		
	Multisim	DIN	ANSI	ГОСТ и IEC			X1	X2	Y
Повторитель (Repeater)	X, Y	X, Y	X, Y	X, 1, Y	X, Y	Y = X	0 1	– –	0 1
Инвертор (Inverter) НЕ (NOT)	X, Y	X, Y	X, Y	X, 1, Y	X, Y	$Y = \bar{X}$	0 1	– –	1 0
ИЛИ (OR)	X1, X2, >=1, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, 1, Y	X1, X2, Y	Y = X1+X2	0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 1
ИЛИ-НЕ (NOR)	X1, X2, >=1, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, 1, Y	X1, X2, Y	$Y = \overline{X1}+\overline{X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 0
И (AND)	X1, X2, &, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, &, Y	X1, X2, Y	Y = X1X2	0 0 1 1	0 1 0 1	0 0 0 1
И-НЕ (NAND)	X1, X2, &, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, &, Y	X1, X2, Y	$Y = \overline{X1}\overline{X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 1 1 0
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (NOR)	X1, X2, =1, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, =1, Y	X1, X2, Y	$Y = \overline{X1}X2+X1\overline{X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 0
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ (XNOR)	X1, X2, =1, Y	X1, X2, Y	X1, X2, Y	X1, X2, =1, Y	X1, X2, Y	$Y = X1X2+\overline{X1}\overline{X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 1

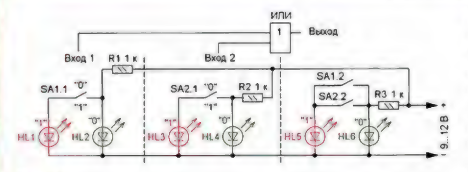


Рис. 3

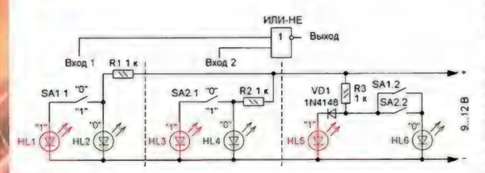


Рис. 4

зелёного свечения через токоограничивающий резистор к источнику питания светиться будет только светодиод красного свечения.

Для того чтобы стал светить светодиод зелёного свечения при параллельно ему подключённом светодиоде красного свечения, достаточно последовательно с красным подключить кремниевый диод. Это техническое решение позволило сделать предельно простые имитаторы работы логических элементов.

Функции основных (базовых) логических элементов [3—5] и их имитаторы.

"ПОВТОРИТЕЛЬ" (REPEATER) — логический элемент, выполняющий функцию повторителя сигнала (**рис. 1**). При подаче на вход такого элемента управляющего сигнала **X** на выходе элемента сформируется сигнал **Y**, полностью идентичный входному. В положении переключателя SA1, показанном на схеме, светят светодиоды зелёного свечения, индицируя тем самым присутствие на входе и выходе лог. 0. Переключение SA1 заставит светить светодиоды красного свечения, характеризуя тем самым уровень напряжений на входе и выходе логического элемента как лог. 1

"ИНВЕРТОР", **"НЕ"** (NOT) — логический элемент, выполняющий функцию инверсии сигнала (**рис. 2**). Выходной сигнал **Y** является "зеркальной" или "перевёрнутой" копией входного. Когда на входе элемента лог. 1, на выходе — лог. 0, и наоборот. В этом имитаторе за счёт того, что в его выходной цепи последовательного со светодиодом HL4 красного свечения включён кремниевый диод VD1, в показанном на схеме положении переключателя SA1 светятся входной светодиод зелёного свечения лог. 0 и выходной светодиод красного свечения лог. 1.

"ИЛИ" (OR) — логический элемент, в котором выходной сигнал **Y** принимает значение лог. 1 при наличии на хотя бы одном из его нескольких входах сигнала лог. 1 (**рис. 3**). Если на всех входах лог. 0, на выходе элемента также лог. 0. Этот имитатор, а также последующие имеют несколько входов для одного элемента входа, на которые с помощью переключателей можно подавать "логические уровни".

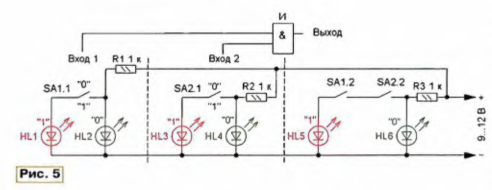


Рис. 5

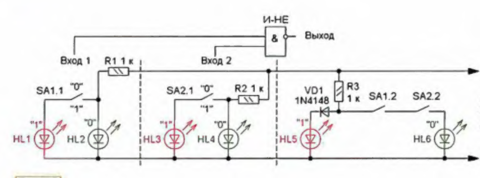


Рис. 6

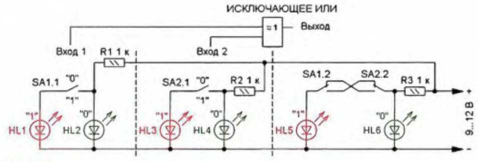


Рис. 7

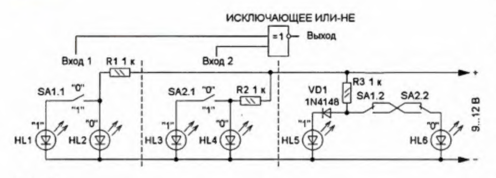


Рис. 8

"ИЛИ-НЕ" (NOT-OR, NOR) — логический элемент, представляет собой последовательное включение элементов ИЛИ (OR) и НЕ (NOT) (**рис. 4**). Выходной сигнал **Y** элемента ИЛИ-НЕ при наличии на его входах лог. 0 принимает значение лог. 1. Стоит хотя бы одному из входных сигналов принять значение лог. 1, выходной сигнал **Y** переключится на уровень лог. 0.

Небольшое изменение в схеме соединения переключателей в выходной части позволяет получить имитаторы элементов И и И-НЕ.

"И" (AND) — логический элемент, выполняющий функцию совпадения (**рис. 5**). Его эквивалентную схему можно представить в виде двух или нескольких (по числу входов) последовательно включённых электрических ключей (выключателей): выходной сигнал **Y** будет иметь значение лог. 1 только в том случае, если на все входы этого логического элемента будет подан уровень лог. 1.

"И-НЕ" (NOT-AND, NAND) — логический элемент, представляющий собой последовательно включённые элементы "И" и "НЕ" (**рис. 6**). При одновременной подаче на входы этого элемента уровней лог. 1 на выходе **Y** элемента будет уровень лог. 0. Если хотя бы на одном из входов элемента входной сигнал примет уровень лог. 0, сигнал на выходе устройства немедленно переключится с лог. 0 на лог. 1.

Дальнейшая несложная модернизация схемы соединения переключателей в приёмной части позволяет получить имитаторы других двухвходовых элементов.

"ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" (EXCLUDING OR, XOR) — логический элемент, для двухвходового варианта которого выходной сигнал **Y** принимает значение лог. 1 только тогда, когда на одном из его входов присутствует лог. 1, а на другом — лог. 0 (**рис. 7**). Стоит нарушить это условие, сигнал на выходе элемента примет значение лог. 0.

"ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ" (EXCLUDING NOR, XNOR) — логический элемент, для двухвходового варианта которого выходной сигнал **Y** принимает значение лог. 0 только тогда, когда на одном из его входов присутствует лог. 0, а на другом — лог. 1 (**рис. 8**). Стоит нарушить это условие, сигнал на выходе элемента примет значение лог. 1.

Особо стоит остановиться на описании имитаторов логических элементов ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ и ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ-НЕ. Отметим, что в "чистом виде" такие элементы не встречаются, и промышленность их не выпускает, хотя полезность таких элементов в некоторых случаях очевидна. При необходимости подобные логические элементы можно создать путём объединения нескольких других логических элементов различного назначения. Отметим, что для имитации работы этих элементов потребовалось использовать три входа, поскольку в двухвходовом варианте эти элементы превращаются в описанные ранее элементы ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ.

"ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ" (EQUIVALENCE) — логический элемент более сложного построения (**рис. 9**). Он имеет на выходе **Y** лог. 1 только в том случае, когда все, без исключения, сигналы на его входах будут иметь один и тот же (тождественный, эквивалентный) логический уровень, причём не



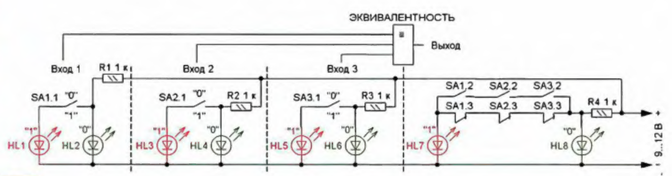


Рис. 9



Таблица 2

X1	X2	X3	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Одновременно стоит убедиться, приемлема ли яркость свечения выбранных для стенда светодиодов. Если она покажется избыточной, например при использовании сверхъяркких светодиодов, сопротивление токоограничивающих резисторов следует увеличить в несколько раз. Резисторы могут быть любого типа. В качестве переключателей можно применить любые доступные переключатели — тумблеры или кнопочные как с фиксацией, так и без



Таблица 3

X1	X2	X3	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

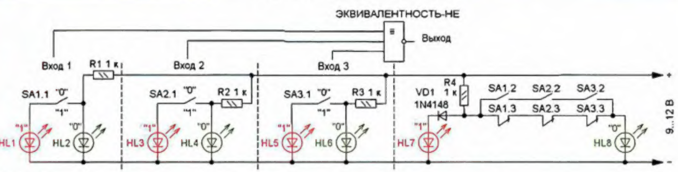


Рис. 10

имеет значения лог. 1 это или лог. 0. Таблица истинности этого логического элемента — **табл. 2**.

"ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ-НЕ" (NOT-EQUIVALENCE), НЕЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ — логический элемент, имеющий на выходе **Y** лог. 0 только в том случае, когда все без исключения сигналы на его входах будут иметь один и тот же (тождественный, эквивалентный) логический уровень, причём не имеет значения, лог. 0 это или лог. 1 (**рис. 10**). Таблица истинности этого логического элемента — **табл. 3**.

Для питания стенда можно использовать любой источник постоянного напряжения на 9...12 В. При выборе светодиодов красного и зелёного свечения следует убедиться, что падение напряжения на них при равном токе отличается не менее чем на 0,2 В. Обычно это выполняется "по умолчанию" для светодиодов красного свечения — 1,8 В, для светодиодов зелёного свечения — около 2 В.

И-НЕ (NAND)

Рис. 11

неё. Например, подойдут тумблеры MTS-302, MTS-203, MTS-102, ТП1-2, ПТ24, МТ1, МТД1, МТД3, МТ-3В и многие другие, в том числе и на три направления — для имитатора логических элементов ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ и ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ-НЕ.

Фрагмент возможного оформления передней панели одного из имитаторов работы логического элемента приведён на **рис. 11**. Над самим стендом рекомендуется для наглядности разместить увеличенную табл. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мечков К.** Нулеви индикатори със светодиоди. — Младконструктор, 1982, № 7, с. 6, 7.

2. **Шустов М., Шустов А.** Цветодинамические измерительные приборы. — Радиолюбитель, 1998, № 4, с. 32, 33.

3. **Шустов М. А.** Практическая схемотехника. 450 полезных схем. — М.: Altex-A, 2001. — Кн. 1. — 352 с. (I изд.); 2003 (II изд.); М.: Додэка-XXI–Altex, 2007. — 360 с. (II изд.).

4. **Шустов М. А.** Цифровая схемотехника. Основы построения. — С.-Пб.: Наука и техника, 2018, 320 с.

5. **Шустов М. А.** Цифровая схемотехника. Практика применения. — С.-Пб.: Наука и техника, 2018, 432 с.







АКТАКОМ™ – 20 лет успеха!

Торговая марка АКТАКОМ самая популярная и востребованная в России, странах СНГ и за рубежом в области контрольно-измерительного оборудования, радиомонтажного инструмента и промышленной мебели.

Так держать!

Коллектив журнала "Радио"